МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет
имени И. Т. Трубилина»

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет
имени М. В. Ломоносова»

АГРАРНЫЕ ЛАНДШАФТЫ, ИХ УСТОЙЧИВОСТЬ И ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ

Сборник научных трудов
по материалам Международной научной
экологической конференции

24–26 марта 2020 года

Составитель Л. С. Новопольцева

Под редакцией И. С. Белюченко

Краснодар
КубГАУ
2020

УДК 504.06(06)
ББК 20.1
А25

Редакционная коллегия:

председатель – А. И. Трубилин,
ответственный за выпуск – И. С. Белюченко,
составитель – Л. С. Новопольцева

А25 **Аграрные ландшафты, их устойчивость и особенности развития** : сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч. экол. конф. / сост. Л. С. Новопольцева; под ред. И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2020 – 594 с.

ISBN 978-5-907294-64-6

В сборнике материалов Международной научной экологической конференции «Аграрные ландшафты, их устойчивость и особенности развития» представлены сообщения учёных и специалистов-экологов по проблемам устойчивости и оптимизации агроландшафтов. Рассматриваются различные направления от повышения плодородия почв и продуктивности отраслей сельского хозяйства до экологизации агроландшафтов путём создания и восстановления лесополос и совмещённых посевов, новых экологических ниш и повышения разнообразия биоты. Затрагиваются также проблемы утилизации и совершенствования способов детоксикации различных отходов, в частности с целью создания на их основе питательных органоминеральных компостов, и рекультивации нарушенных земель. Уделяется внимание инновационным технологиям мониторинга загрязнения почв, воздуха и воды.

Предназначен исследователям в сфере органического земледелия, эффективной утилизации отходов и улучшения состояния окружающей среды.

УДК 504.06(06)
ББК 20.1

© Коллектив авторов, 2020
© ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», 2020

ISBN 978-5-907294-64-6

Международная научная экологическая конференция

АГРАРНЫЕ ЛАНДШАФТЫ, ИХ УСТОЙЧИВОСТЬ И ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ

24–26 марта 2020 г.

ОРГКОМИТЕТ

Трубилин Александр Иванович – ректор Кубанского государственного аграрного университета, доктор экономических наук, профессор; председатель оргкомитета

Кощаев Андрей Георгиевич – проректор по научной работе Кубанского государственного аграрного университета, доктор биологических наук, профессор; заместитель председателя оргкомитета

Шеуджен Асхад Хазретович – профессор, доктор биологических наук, академик РАН; заместитель председателя оргкомитета

Белюченко Иван Степанович – заведующий кафедрой общей биологии и экологии Кубанского государственного аграрного университета, доктор биологических наук, профессор; заместитель председателя оргкомитета

Смагин Андрей Валентинович – профессор кафедры физики и мелиорации почв факультета почвоведения Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова, доктор биологических наук, заместитель председателя оргкомитета

Радионов Алексей Иванович – декан агрономического факультета и факультета экологии Кубанского государственного аграрного университета, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Онипченко Владимир Гертрудович – заведующий кафедрой геоботаники биологического факультета МГУ; доктор биологических наук, профессор

Романенков Владимир Аркадьевич – заведующий кафедрой агрохимии факультета почвоведения МГУ; доктор биологических наук, профессор РАН

Касимов Александр Меджитович – академик УЭАН, доктор технических наук, профессор, Центр (ГП «УкрНТЦ «Энергосталь»), Украина, Харьков, заместитель председателя оргкомитета

Гукалов Владимир Николаевич – глава администрации Ленинградского района Краснодарского края, доктор сельскохозяйственных наук, заместитель председателя оргкомитета

Корунчикова Валентина Васильевна – доцент кафедры общей биологи и экологии Кубанского государственного аграрного университета, кандидат биологических наук

Выходцева Наталья Александровна – начальник отдела по связям с общественностью Кубанского государственного аграрного университета

Новопольцева Людмила Степановна – ведущий специалист кафедры общей биологи и экологии Кубанского государственного аграрного университета.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 13

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ 14

Смагин А. В., Садовникова Н. Б., Будников В. И. *Синтетические гелевые структуры для устойчивого земледелия (на примере картофелеводства)*…… 14

Смагин А. В., Садовникова Н. Б., Кириченко А. В. *Капиллярные барьеры в почвенном конструировании, их типы и функциональная эффективность*…… 21

Гуторова О. А., Шеуджен А. Х. *Агрогенная эволюция лугово-черноземной почвы в условиях рисосеяния*…… 29

Али Али Кадем Али, Онищенко Л. М., Шаляпин В. В., Лакиза С. А. *Урожайность пшеницы озимой в зависимости от применения минеральных удобрений и предшественников в аграрных ландшафтах Кубани*…… 32

Буянкин В. И., Леонтьев В. В. *Рациональное природопользование в полупустынной зоне Волгоградской области*…… 35

Белюченко И. С. *Устойчивость аграрных ландшафтов и механизмы их развития*…… 40

Яшин И. М., Атенбеков Р. А., Прохоров И. С. *Эколого-геохимическая оценка водной миграции веществ в лесных и аграрных почвах Переславль-Залесского Ополья*..... 48

Кузьмичев В. Е. *Особенности разведения некоторых пород медоносных пчел (Apis mellifera L.) в различных агроландшафтах черноземной и нечерноземной зон России*.. 51

Миндубаев А. З., Бабынин Э. В., Минзанова С. Т., Миронова Л. Г., Бадеева Е. К. *Влияние на биодеградацию белого фосфора состава культуральных сред. Биодеструкция соединений фосфора*…… 57

Минакова Е. А. Шлычков А. П., Кондратьев С. А., Брюханов А. Ю. *Влияние сельского хозяйства на формирование биогенной нагрузки Куйбышевского водохранилища*… 61

Мустафаев Б. А., Какежанова З. Е., Мустафаева Н. Б. *Использование биологических факторов повышения плодородия почв*…… 63

Партоев К., Нихмонов И. С. *Урожайность картофеля в горных агроландшафтах Таджикистана и Афганистана*…….. 66

Бекузарова С. А., Кабалоев Т. Х., Дзанагов С. Х. *Рециклинг отходов спиртовой барды* 68

Семенова Е. И., Титова В. И. *Динамика агрохимических показателей чернозема оподзоленного в состоянии 5-летней залежи*…… 71

Ульянова О. А., Кураченко Н. Л., Власенко О. А. *Обоснование возможности использования природных рассолов в качестве гербицида*..... 74

Колесникова Т. А., Куликова М. А. *Влияние реагентной обработки жидких отходов свинокомплексов на снижение загрязнения воздушных систем агроландшафтов*... 76

Ковалев И. В , Ковалева Н. О. *Микробиологическая активность как фактор деструкции и стабилизации лигниновых фенолов в агросерых почвах*..... 79 17.

СЕКЦИЯ 1. ГЕНЕЗИС ЧЕРНОЗЕМОВ, ИХ СОСТОЯНИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ В АГРАРНЫХ ЛАНДШАФТАХ 82

Дарвееш Н., Дорошенко Т. Н., Онищенко Л. М., Афифа Тарек, Чумаков С. С. *Пути повышения продуктивности плодоносящих деревьев яблони в условиях прикубанской зоны садоводства*…… 82

Яшин И. М., Поветкин В. А., Рамазанов С. Р. *Изучение водной миграции органических веществ и ионов Fe^{3+}, Ca^{2+}, Na^{+} в черноземах Приволжской возвышенности*…….. 84

Гончарова Л. Ю., Волошина М. С. *Техногенное загрязнение и буферность чернозема обыкновенного северного Приазовья*…… 88

Батраченко Е. А. Влияние геоморфологической структуры территории на устойчивость лугово-пастбищных агроландшафтов…… 90

Котова Е. В. *Влияние степени гидроморфизма на гранулометрический состав и соотношение фракций черноземов лесостепной части Воронежской области*… 92

.

Поляков Д. Г., Гулянов Ю. А. *Эрозионная деградация черноземов Оренбургской Области*……. 95
Амангалиев Б. М., Жусупбеков Е. К., Хидиров А. Э. *Агроэкологическое состояние светло-каштановых почв агроландшафтов Жамбылской области*…….. 98
Юмашев Х. С, Захарова И. А. *Состояние плодородия чернозёмных почв Челябинской области*……. 101

СЕКЦИЯ 2. СТРУКТУРА И ПРОДУКТИВНОСТЬ СОВМЕЩЕННЫХ СЕВООБОРОТОВ В АГРОЛАНДШАФТЕ 105

Кияс А. А., Ирмулатов Б. Р. *Оптимальное насыщение полевых севооборотов зерновыми культурами в условиях Северного Казахстана*…….. 105
Исламзаде Р. Х. *Влияние минеральных удобрений на накопление надземной сухой биомассы ячменя в зависимости от фаз развития*…….. 108
Велиева С. Р. Кызы. *Влияние сочетаний органических и минеральных удобрений на урожайность и качество зерна пшеницы на необеспеченной богаре горного Ширвана*……. 111

СЕКЦИЯ 3. ЛЕСНЫЕ ПОЛОСЫ И ИХ ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СПЕЦИФИКА 114

Турчина Т. А. *Перспективы использования подроста предварительного возобновления для естественного восстановления насаждений дуба черешчатого в государственной защитной лесной полосе «Воронеж – Ростов-на-Дону» на южных черноземах*……. 114
Антонов С. А. *Оценка эффективности защитных лесных насаждений методами ГИС-технологий*……. 119
Быков Н. И., Рыгалова Н. В., Шигимага А. А. *Особенности радиального роста древесных растений в полезащитных лесных полосах сухой степи Алтайского края*…… 122
Вайс А. А. *Повышение продуктивности защитных лесополос с помощью контроля прироста деревьев*……. 124
Савенкова И. В., Пашков С. В. *Дигрессивное развитие лесозащитных полос Северо-Казахстанской области*……. 126
Тарануха Н. И., Лысенко И. О. *Определение роли защитных лесных насаждений в устойчивости агроландшафтов Петровского городского округа Ставропольского края*…….. 132
Теучеж А. А. *Системы защитных лесных насаждений на орошаемых и осушенных землях*……. 135
Обезинская Э. В, Эбель А. В., Дудина Н. Н. *Лесные культуры второго приема зеленой зоны города Нур-Султан на условно лесопригодных почвах*……. 138
Чендев Ю. Г., Геннадиев А. Н., Смирнова М. А. *Разрастающиеся лесополосы как модели эволюционного изменения черноземов под лесом*…… 141
Гиндуллина А. В., Давлетшин, Р. Р. Андреева, М. Б. Тимерьянов А. Ш. *Экологическая продуктивность лесных полос в Бураевском районе Республики Башкортостан*…. 145
Панкратов В. К. *Важность восстановления защитных лесных полос в условиях степи на примере вязовников*……. 147
Ликутов Е. Ю. *Экологические функции лесополос*……. 150

СЕКЦИЯ 4. ДИСПЕРСНОСТЬ ОТХОДОВ И ФОРМИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ КОМПОСТОВ 152

Вербицкий А. Ю., Пестунова С. А. *Опыт практической реализации обращения с твердыми бытовыми отходами посредством рекультивации свалок и полигонов*……. 152
Чомаева М. Н. *Проблемы ТБО в Карачаево-Черкесии*…….. 155

СЕКЦИЯ 5. РАСШИРЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ НИШ В АГРОЛАНДШАФТАХ 158
Рыспеков Т. Р. *Функциональное место временно естественных ландшафтов в экосистемах Республики Казахстан*…… 158
Шкуратова Н. В., Колесник Ю. А. *Особенности сегетальной флоры агрофитоценозов некоторых пропашных культур*…… 161
Шарипова В. К., Рахимова Н. К. *Адаптивные особенности листа Rosa laxa Retz. (сем. Rosaceae Juss.) в различных экологических условиях*…… 163
СЕКЦИЯ 6. МИКРОБОЦЕНОЗЫ И ФАУНА В СОСТАВЕ АГРАРНЫХ ЛАНДШАФТОВ 166
Погонышев П. Д., Горовцов А. В., Зинченко В. В., Федоренко Е. С., Минкина Т. М., Бауэр Т. В., Лобзенко И. П. *Влияние биочара, полученного при разных температурах пиролиза, на численность аммонифицирующих бактерий в черноземе обыкновенном*…… 166
Алёшин М. А., Смолин А. М. *Реакция микробного сообщества дерново-подзолистой почвы на разложение пожнивно-корневых остатков*…… 169
Островский А. М. *Видовое разнообразие и структура населения шмелей (Hymenoptera: Apidae: Bombus latreille) юго-востока Беларуси*…… 171
Кулагина В. И., Сунгатуллина Л. М., Рязанов С. С., Хисамова А. М., Тагиров Р. М. *Численность аммонифицирующих микроорганизмов в почвах при органическом и традиционном земледелии*…… 173
Безлер Н. В., Петюренко М. Ю. *Влияние интродукции бактерий рода Pseudomonas в агроценозе сахарной свеклы на микробное сообщество филлопланы*…… 175
Федорова О. А., Безлер Н. В. *Микробное сообщество филлопланы сахарной свеклы при внесении азотфиксирующих штаммов бактерий рода Azospirillum*…… 178
Чезлова О. Е. *Влияние поливов стоками свинокомплекса на динамику сапрофитов и органического вещества в почве*…… 180
СЕКЦИЯ 7. ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АГРОЛАНДШАФТНЫХ СИСТЕМ И ИХ ДЕТОКСИКАЦИЯ 184
Кулиев А. Г. оглы, Бахшиева Ч. Т. кызы. *Основные экологические факторы, влияющие на загрязнение почвы нефтью*…… 184
Гулянов Ю. А. *Основные направления повышения продуктивности полевых агроландшафтов степной зоны РФ в условиях природных и антропогенных изменений*…… 186
Ткаченко А. В., Шипкова Л. Н., Дробышева О. М. *Пестициды и тяжелые металлы в зерне риса*…… 189
Прущик А. В. *Применение дождевальных установок для мониторинга выноса химических веществ из почвы*…… 190
Дудникова Т. С., Сушкова С. Н., Минкина Т. М., Антоненко Е. М., Барбашев А. И., Черникова Н. П., Лобзенко И. П., Барахов А. В. *Токсическое действие меди и бенз(а)пирена на проростки ячменя ярового*…… 193
Зинченко В. В., Федоренко Е. С., Горовцов А. В, Минкина Т. М., Чаплыгин В. А., Лобзенко И. П., Бауэр Т. В. *Влияние биочара на дегидрогеназную активность чернозема обыкновенного в зависимости от времени инкубации*…… 196
Менделева В. П., Волкова И. В. *Влияние хлоридного загрязнения на морфометрические показатели овса посевного (Avena sativa)*…… 198
Шабанова И. В., Занозина О. Д. *Содержание токсичных металлов в черноземе выщелоченном при длительном использовании удобрений*…… 200
Мельникова А. С. *Способы утилизации литий-ионных истоников тока*…… 203

Дудникова Т. С., Сушкова С. Н., Минкина Т. М., Антоненко Е. М., Барбашев А. И., Дорохова Н. А., Лобзенко И. П. *Степень накопления ПАУ в различных типах почв импактной зоны энергогенерирующего предприятия*…… 204
Минакова О. А., Александрова Л. В., Подвигина Т. Н. *Показатели экологического состояния зерносвекловичного севооборота при длительном применении удобрений в ЦЧР*…… 207
Кречко Н. А., Шагойко Ю. В., Евсеева Е. А. *Композиционный материал на основе шлама химводоочистки*…… 210
Середина В. П. *Инактивирующая способность почв агрогенных ландшафтов лиственно-лесной зоны Западной Сибири по отношению к тяжелым металлам*…. 212
Волкова С. Н., Сивак Е. Е., Кобченко С. Н. *Динамика почвообразовательных процессов в зависимости от антропогенного воздействия*…….. 215
Гаджиева С. Р. гызы, Рустамова У. Н. гызы, Мамедова Г. Р. гызы *Влияние загрязнения почв тяжелыми металлами вблизи Шамахинской автомагистрали на ее агрохимические свойства*…… 219
Спирина В. З. *Содержание микроэлементов и тяжелых металлов в агрочерноземах Бийско-Чумышской возвышенности*…… 220
Минзанова С. Т., Чекунков Е. В., Дойникова А. И., Миронова Л. Г. Миндубаев А. З., Милюков В. А. *Влияние температуры на эффективность процессов гидролиза и экстракции пектиновых полисахаридов*…….. 224
Повар И. Г., Спыну О. О. *Термодинамический метод расчета минеральных равновесий*. 228
Бускунова Г. Г., Губайдуллина А. А. *Экологическая оценка пахотных почв в условиях горнорудного региона*…… 231
Сосновская Н. Е., Томсон А. Э., Хрипович А. А., Соколова Т. В., Пехтерева В. С. *Минимизация воздействия нефтяных загрязнений на почвенные экосистемы при использовании композиционного материала*…….. 235
Икрамова М. Л., Рахматов Б. Н., Каримова М. Ф. *Значение универсального действия «композиционных суспензий» на зерновые культуры для защиты от различных неблагоприятных факторов*…… 238
Князева А. И., Просветова А. С. *Оценка отдалённых последствий добычи жидких углеводородов*…… 241
Раубо В. М., Гурина А. Н., Севастюк Т. В. *Экологическая безопасность агроландшафтов*…… 244
Ермоленко А. В., Цыбулько Н. Н., Жукова И. И. *Методические аспекты почвенно-радиоэкологической оценки пригодности земель к возделыванию голубики высокорослой*…… 247
Довганюк А. И., Коротина Г. А. *Особенности озеленения и накопления тяжелых металлов вблизи территорий учреждений здравоохранения в условиях мегаполиса*…… 250
Коновалов С. Н., Бобкова В. В. *Влияние способов прецизионного внесения биоудобрений на усвоение растениями яблони тяжёлых металлов из дерново-подзолистой почвы*…… 253
Олейник Н. В. *Изучение экологической ситуации в агроландшафтах в условиях техногенного влияния*…… 256
Федоренко Е. С., Зинченко В. В., Горовцов А. В., Черникова Н. П., Барахов А. В., Минкина Т. М. *Влияние оксида меди в макродисперсной и нанодисперсной формах на ферментативную активность почв и морфобиометрические показатели ячменя ярового* 259
Джувеликян Х. А., Ситникова А. С., Цомая В. Д. *Влияние техногенных выбросов на фитотоксичность и накопление солей тяжелых металлов в почвах в условиях города Воронежа*…… 262

Никольский В. М., Смирнова Т. И. *Исследование возможности биодеградации иминодиянтарной кислоты и боратного комплекса на её основе*…….. 265

СЕКЦИЯ 8. ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ СИСТЕМ АГРОЛАНДШАФТА 268

Брескина Г. М., Панкова Т. И. *Особенности разложения побочной продукции при использовании биопрепаратов и минеральных удобрений*…….. 268

Теучеж А. А. *Загрязнение воздушных систем агроландшафта* 271

Сомов В. В., Опекунова М. Г., Опекунов А. Ю., Кукушкин С. Ю. *Биогеохимический подход к изучению аэротехногенного загрязнения аграрных ландшафтов в зоне влияния горнорудных предприятий*…… 275

Зинченко И. А., Францева Т. П. *Экологическая оценка воздействия ООО «Сельскохозяйственная компания «Октябрь» на атмосферный воздух*…… 279

СЕКЦИЯ 9. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ МЕЛИОРИРУЕМЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ 282

Стахурлова Л. Д., Ивашкина М. А., Бахтин А. М. *Плодородие дерново-подзолистых почв под различными биоценозами*…… 282

Уланов А. Н., Смирнова А. В., Глубоковских А. Л. *Экологические аспекты использования осушенных низинных торфомассивов*…….. 284

Ахмадалиева Л. Х., Саттарова Г. А., Ахмадалиева Ф. А. *Биотехнологические приёмы экспресс-обработки семян пустынных кормовых растений для решения актуальных экологических проблем*…….. 288

Лях Ю. Г., Шапрунов Н. Р. *Экологическое состояние мелиорированных территорий Беларуси и роль бобра речного (Castor fiber L.) в повторном их заболачивании*…… 291

Козлов А. В., Куликова А. Х., Уромова И. П. *Функциональность соединений кремния в почвах и их участие в формировании экологической устойчивости почвенно-поглощающего и почвенно-биотического комплексов*…….. 294

Симонова Ю. В., Русаков А. В., Мирин Д. М. *Морфолого-генетические изменения автоморфных почв в период их постагрогенеза на примере Пошехонского района Ярославской области, Верхняя Волга*…… 298

Икрамова М. Л, Джуманиязова Г. И., Нарбаева Х., Каримова М. Ф. *Снижение засоленности почвы с помощью микробиологических препаратов*…….. 301

Ковшова В. Н. *Экологические методы повышения плодородия органогенных почв*……. 305

СЕКЦИЯ 10. СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ (РЕКИ, ВОДОХРАНИЛИЩА КОМПЛЕКСНОГО НАЗНАЧЕНИЯ И ДР.) 309

Сангаджиев М. М., Доржиева Г. А., Джимбеева А. С., Ондикова А. Б. *Береговые укрепления на водных объектах в Калмыкии: состояние и проблемы загрязнения*.. 309

Южалина А. А., Обухова О. В., Зайцев В. Ф. *Бентосные сообщества как биоиндикаторы нефтяного загрязнения водоема*…….. 308

Колупаева В. Н. *Оценка риска применения пестицидов для грунтовых вод на примере стандартного сценария Краснодар*…….. 315

Торосян В. Ф. *Сезонные изменения гидрохимических показателей воды реки Томь в приграничной акватории Кемеровской и Томской областей*…….. 318

Андреюк С. В., Житенев Б. Н. *Эффективность исследований процесса очистки воды от нитратов математическим планированием*…….. 321

Гаджиева С. Р. кызы, Алиева Т. И. кызы, Рустамова У. Н. кызы *Очистка сточных вод от азот и фосфор – содержащих соединений в водных экосистемах*…….. 324

Гаджиева С. Р. кызы, Алиева Т. И. кызы, Байрамов Г. И., Велиева З. Т. кызы. *Экологическое состояние и загрязнение озера Забрат*…….. 325

Усманов И. А., Магай М. П. *Оценка качества воды рек бассейна Амударьи и их охрана*.. 327

Степанова Н. Е. *Проблемы экологического состояния малых рек Волгоградской области*…. 328

Гаджиева С. Р. кызы, Алиева Т. И. кызы. *Химический анализ природных вод на территории Астаринского района Азербайджана*…… 331
Теучеж А. А. *Проблемы загрязнения речных систем агроландшафта*…… 333
Залыгина О. С., Ковалёва А. А. *Снижение загрязнения поверхностных вод ионами никеля путем переработки отработанных электролитов химического никелирования* 337
Азимов А. Т., Злобина Е. С., Кармазиненко С. П., Кураева И. В. *Мониторинг качества поверхностных вод районов захоронения твердых бытовых отходов*…….. 340
Шибека Л. А., Протас М. В. *Снижение загрязнения водных ресурсов тяжелыми металлами путем совершенствования системы очистки сточных вод*…….. 343
Козыкеева А. Т., Мустафаев Ж. С., Арыстанова А. Б., Таженова А. И *Оценка загрязнения водосбора реки Жайык в условиях антропогенной деятельности*…….. 345
Козыкеева А. Т., Мустафаев Ж. С., Тастемирова Б. Е., Жатканбаева А. О. *Комплексная водохозяйственная оценка казахстанской части территории водосбора реки Тобол*.. 349
Мустафаев Ж. С., Козыкеева А. Т., Калмашова А. Н., Алдиярова А. Е. *Зависимость гидрологического стока от атмосферных осадков водосборов бассейна реки Есиль*……. 352
Мустафаев Ж. С., Козыкеева А. Т., Ешмаханов М. К., Турсынбаев Н. А. *Экологические услуги мелиорации при комплексном обустройстве речных бассейнов*……. 355
Мустафаев Ж. С., Козыкеева А. Т., Даулетбай С. Д., Камалиев А. М. *Влияние изменения климата на тепло- и влагообеспеченность водосборов бассейна реки Шу*……. 358
Мустафаев Ж. С., Козыкеева А. Т., Рыскулбеков Л. М., Абдешев К. Б. *Оценка естественной тепло- и влагообеспеченности территории водосборов бассейна реки Или*……. 361
Мустафаев Ж. С., Сагаев А. А., Алимбаев Е. Н., Жусупова Л. К. *Результаты изучения водопользования гидроагроландшафтных систем в низовьях реки Сырдарьи*…… 364
Кенжетаев Г. Ж., Тайжанова Л. С. *Характеристика современного состояния водоема-накопителя сточных вод ТОО «Caspi bitum»*…….. 367
Литвинова А. Г., Лицкевич А. Н. *Результаты исследования фазы крупнодисперсных абразивных частиц в составе активного ила очистных сооружений молочного предприятия*……. 371
Чибилёв А. А. (мл.), Мелешкин Д. С., Григоревский Д. В. *Динамика показателей использования водных ресурсов степных регионов России*…… 373
Мещурова Т. А. *Оценка загрязнения рек в Пермском крае*…….. 376
Кириченко Л. А., Волчек А. А. *Оценка экологического состояния водоемов рекреационной зоны г. Бреста*…… 379
Нгуен Нгок Ань, Мельник И. В., Васильева Е. Г. *Загрязнение дельтовой части Волги в пределах Астраханской области за 2016–2018 гг*……. 382
Бускунова Г. Г., Хасанова Р. Ф., Ильбулова Г. Р., Рафикова Ю. С. *Содержание тяжелых металлов в воде и донных отложениях реки Карагайлы в условиях техногенного загрязнения*……. 386
Ильбулова Г. Р., Бускунова Г. Г. *Индекс аккумуляции и биогеохимическая активность Artemisia austriaca Jacq., произрастающей на территории г. Сибай Республики Башкортостан*……. 389
Толкач Г. В. *Влияние концентрации свинца на биоценоз активного ила очистных сооружений ГП «Брестводоканал»*…….. 392
Аманбаева Б. Ш., Жапаркулова Е. Д., Набиоллина М. С. *Оценка водных ресурсов бассейна реки Аса в условиях изменения климата и хозяйственной деятельности*.. 395
Басалай Е. Н. *Влияние городских очистных сооружений на содержание азота в реке Мухавец*……. 398
Волчек А. А, Таратенкова М. А. *Оценка асинхронности гидрохимических параметров*… 401
Смагин Р. Е., Опекунов А. Ю. *О современных проблемах природопользования на Кавказских Минеральных Водах*…… 404

Слободова О. М., Гриценко Г. М. *Текущее состояние и мероприятия по мониторингу водных объектов с учетом региональных особенностей в Верхнеобском бассейновом водном управлении*…… 407

СЕКЦИЯ 11. КОНСТРУИРОВАНИЕ, ОПТИМИЗАЦИЯ СВОЙСТВ И ОХРАНА АГРОЛАНДШАФТОВ 411

Воронкова Н. А., Волкова В. А., Цыганова Н. А., Балабанова Н. Ф., Дороненко В. Д. *Применение янтарной кислоты и хелата меди в агротехнологии яровой мягкой пшеницы*…… 411

Теучеж А. А. *Оптимизация свойств агроландшафтов и их защита*…… 414

Будник С. В. *Изменения климата и адаптация к ним засушливых территорий*…… 419

Бердзенишвили Н. М., Давиташвили М. Д. *Проблемы ландшафтов Грузии и меры их защиты*…… 421

Бурлуцкий В. А. *Севообороты как биологический фактор устойчивости продукционного процесса*…… 424

Шимко А. Е., Безуглова О. С., Горбов С. Н. *Влияние компостов на основе осадка сточных вод на биологическую активность чернозема*…… 427

Степанова Д. И., Григорьев М. Ф., Григорьева А. И. *К вопросу создания питомника на территории Якутии*…… 430

Баркарь Е. В. *Изучение годовой динамики влажности и температуры почвы в заповеднике «Кодрий»*…… 432

Воскобойников И. В., Кириленко А. А. *Оценка состояния растительности на территории сквера им. А. С. Пушкина г. Ейска*…… 437

СЕКЦИЯ 12. ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ, СРЕДСТВА И СМАРТТЕХНОЛОГИИ МОНИТОРИНГА КОМПОНЕНТОВ АГРОЛАНДШАФТА 440

Вытовтов В. А. *Новое техническое средство для определения плотности почвы*…… 437

Захаров В. Л. *Оценка буферности почв к агротехнике в яблоневых садах севера лесостепи*…… 440

Глазунов Г. П. *Оценка параметров плодородия черноземных почв в склоновом агроландшафте*…… 445

Туров Ю. П., Гузняева М. Ю., Лазарев Д. А. *Контроль почвенного нефтяного загрязнения – сравнение результатов гравиметрического, фотометрического и хроматографического методов анализа*…… 447

Анисимов К. Б., Муромцев Н. А., Семенов Н. А., Грибов В. В. *Оценка метеорологической информации и потенциала влаги в дерново-подзолистой почве Московской области*…… 451

Жумбей А. И. *Диагностика процессов опустынивания в Ростовской области методами дистанционного мониторинга*…… 454

Круглов Г. Г., Казьмирук Д. В. *Расчет сопряжения бьефов за башенными водосбросами*…… 456

Болоха К. А., Морозов И. В. *Разработка метода определения гигроскопической влажности почв как почвенно-гидрологической константы* 460

Михайленко И. И., Евдокименкова М. И., Кувшинова А. А., Смирнова Н. А. *Оценка устойчивости агроландшафта при помощи коэффициента экологической стабильности в условиях Белгородской области*…… 463

СЕКЦИЯ 13. ПУТИ И МЕТОДЫ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ АГРОЛАНДШАФТОВ 465

Керимов Я. Г. оглы. *Проблемы горных агроландшафтов Азербайджана и пути их решения* 465

Рухович Д. И., Королева П. В., Калинина Н. В. *Увеличение продуктивности пашни при сохранении уровня агрогенной нагрузки методами точного земледелия на основе анализа больших данных*…… 468

Самофалова И. А. *Оптимизация свойств агро-аллювиальной почвы*…… 470
Мустафаев Б. А., Мустафаева Н. Б., Какежанова З. Е. *Особенности изменения агрохимических свойств почвы и продуктивности зерновых культур при использовании биогумуса в условиях сухостепной зоны Павлодарской области Республики Казахстан*…….. 475
Mohammad Akhavan Ghalibaf, Maryam Khabazzadeh *Investigation of the Use of Zeolite Minerals and Spirulina Algae (Cyanobacteria) in Unconventional Salt Water Treatment for Fishery*…….. 481
Маградзе Е. И., Валиматова С. П., Главатских Д. Н. *Использование бактериальных удобрений на основе молочной сыворотки как один из способов улучшения продуктивности агроландшафтов*…… 485
Плотникова Т. В., Сидорова Н. В., Егорова Е. В. *Новые результаты применения табачной пыли в качестве органического удобрения*……. 488
Ильченко Я. И., Бирюкова О. А., Медведева А. М. *Урожайность озимой пшеницы при выращивании по технологии No-Till на черноземе Нижнего Дона*…….. 490
Пропастина Е. П. *Влияние минеральных удобрений на содержание макроэлементов (N, P, K) в зерне кукурузы*…….. 493
Лёвкин Е. А., Базылев М. В., Линьков В. В. *Агроландшафтное кормопроизводство кукурузы на силос в условиях ОАО «Рудаково» Витебского района*…….. 495
Галеева Л. П. *Увеличение продуктивности агроландшафтов Новосибирского Приобья с помощью азотных удобрений*……. 498
Босак В. Н., Кузьменкова О. Ф, Стрельцова Г. Д., Сачивко Т. В., Акулич М. П., Манкевич С. С. *Эффективность использования глауконитов в агробиоценозах*..... 501
Каллас Е. В., Глибина Н. С., Бабенко А. С. *Эффективность вермикомпоста при выращивании рукколы*…… 503
Гаджиева С. Р. гызы, Рустамова У. Н. гызы, Мамедова Г. Р. гызы *Воздействие применения органических удобрений на динамику подвижных форм азота*…… 506
Рутковская Л. С., Щетко А. И. *Эффективность систем удобрений в зависимости от условий увлажнения на дерново-подзолистой супесчаной почвы в 4-польном севообороте*…….. 508
Дмитренко В. Н., Щепотьев В. Н. *Использование активного ила для улучшения физического состояния почвы и повышения продуктивности агроландшафтов*..... 511
Михайловская Н. А., Войтка Д. В., Юзефович Е. К., Барашенко Т. Б. *Повышение адаптационного потенциала зерновых культур при возделывании в эрозионных агроландшафтах*……. 513
Алтыбаева А. К., Жаркова С. В., Какежанова З. Е. *Подбор оптимальных сортов яровой пшеницы в условиях сухостепной зоны Павлодарской области*…….. 516
Дрозд Д. А., Алехина Ю. В. *Продуктивность клевера лугового второго и третьего годов жизни при различной влагообеспеченности*…… 519
Дронов А. В. *Совершенствование минерального питания при возделывании сорговых культур в агроландшафтных условиях юго-запада Нечерноземья*……. 521
Юсифова М. М. кызы, Нуриева К. Г. кызы, Султанова Н. А. кызы *Составление бонитетной шкалы орошаемых почв Сальянской степи Азербайджана*……. 525
Теймуров С. А., Имашова С. Н. *Влияние симбиотической азотофиксации на плодородие почв и регулирование процессов жизнедеятельности растений*……. 528
Аличаев М. М., Султанова М. Г. *Горные ландшафты – пути и методы повышения их продуктивности*…….. 534
Пилецкий И. В. *Сельские агломерации как перспективная форма использования мелиорируемых агроландшафтов*……..... 537
Данилова Т. Н., Аннабаева А. В. *Возможности применения полимерных гелей для повышения продуктивности сельскохозяйственных культур*…… 540

Агафонова Н. В., Бровкина Т. Я. *Значение люцерны в сохранении плодородия почв Краснодарского края*…….. 542
Мерзлая Г. Е., Аканов Э. Н., Суржко О. А., Куликова М. А., Колесникова Т. А. *Эффективность нового удобрения на основе свиного навоза*…….. 545
Партоев К., Нихмонов И. С., Гулов М. К. *Успехи селекции и биотехнологии картофеля в Таджикистане*…….. 548
Ильинский А. В. *Влияние различных доз внесения эффлюента на урожай ячменя*…….. 551
Гринева И. А., Маслак Д. В., Ломоносова В. А., Садовская Л. Е., Скакун Т. Л., Русских И. А., Феклистова И. Н., Максимова Н. П. *Изучение в условиях мелкоделяночных экспериментов ростостимулирующей активности эндофитных бактерий на растения редиса и спаржевой фасоли*…….. 554
Кузина Е. В., Шарипова Р. Б. *Влияние способов основной обработки почвы на продуктивность зернопарового севооборота и эффективность использования элементов питания из удобрений*…….. 558
Рау А. Г., Кадашева Ж. К., Калыбекова Е. М., Такиева Ж. М. *Пути и методы увеличения продуктивности агроландшафтов рисовых оросительных систем Казахстана*….. 560
Mkrtchyan A., Hunanyan S., Ghazaryan H. *Agrochemical indicators of soils of aragats mountain rangein conditions of desertification*…….. 564
Домась А. С., Нестерук Л. В. *Оценка эффективности гуминовых препаратов в результате предпосевной обработки семян Raphanus sativus* L. …… 568
Есипенко С. В., Шеуджен А. Х., Бондарева Т. Н., Давиденко А. С. Гнилицкий М. В. *Эколого-агрохимическая оценка фосфогипса нейтрализованного при его использовании в качестве поликомпонентного удобрения на посевах подсолнечника в условиях Западного Предкавказья*…….. 571
Дроздова В. В. Кучукова О. А. *Влияние минеральных удобрений на пищевой режим чернозема выщелоченного под посевами подсолнечника в условиях центральной зоны Краснодарского края*…… 574
Бражникова А. А., Гарипова Р. Ф. *Определение валидности метода биотестирования для прогнозирования целесообразности использования генофондов сортов в качестве исходного материала для селекции пшеницы*…….. 578
Булдыкова И. А., Проказина А. Ю. *Применение кобальтового и медного микроудобрений на посевах люцерны в условиях чернозема выщелоченного Западного Предкавказья*…… 581
Осипова В. В., Конощук Л. Я. *Приемы повышения урожайности кормовых культур в условиях мерзлотных засоленных почв Центральной Якутии*..... 585
Кучински М. Г. *Формирование новых гнезд грача в зоне аэропорта*..... 587
Князева А. О., Стрельников В. В. *Использование гуминовых препаратов в технологии выращивания риса как метод увеличения продуктивности агроландшафта*..... 589
Кочеткова А. А., Чернышева Н. В. *Экологическая оценка воздействия ОАО «Южный» на почвенный покров*…….. 592

Предисловие к материалам Конференции

Сборник материалов Международной научной экологической конференции на тему «***Аграрные ландшафты, их устойчивость и особенности развития***» включает сообщения, затрагивающие очень актуальную проблему глобального характера: повышение эффективности сельскохозяйственного производства экологически безопасной продукции при сохранении плодородия почв и минимизации ущерба окружающей природе. Острота проблемы заключается в том, что сельское хозяйство является «передним краем», где наиболее близко сталкиваются интересы человечества с естественной природой. Вполне понятно стремление человека получить как можно больше продукции для обеспечения населения продовольствием и промышленности сырьём, но при этом природа не только трансформируется, но и просто «выпадает» из природных зон, нарушая сложившиеся в процессе формирования планеты и биосферы связи, процессы и круговороты. Нарушение и снижение плодородия почв – важнейшего блока любого ландшафта – это и уменьшение производительности всех отраслей сельского хозяйства, и в целом удар по экономике, но в глобальном масштабе – угроза жизни на Земле вследствие нарушения экологических функций почвы и природных экосистем в целом.

Разрубить единым ударом подобный «гордиев узел» не получится. Именно поэтому в сообщениях участников рассматриваются самые разные направления оптимизации агроландшафтов: от традиционных способов повышения продуктивности сельхозкультур и улучшения плодородия почв через внесение органоминеральных удобрений в сочетании с биопрепаратами и другими добавками до возрождения защитных лесополос и их функциональной роли в полевых экосистемах, применения сидеральных культур и совмещённых посевов. Несмотря на различные аспекты в решении проблем сохранения устойчивости и оптимизации агроландшафтов, их объединяет общая идея так называемого органического земледелия, или экологизации сельского хозяйства, т. е. максимального, насколько это возможно, соответствия технологий сельскохозяйственного производства закономерным процессам в естественной природе.

Следует также указать на одно из важных направлений улучшения плодородия почвы через создание и применение различных питательных смесей типа компостов. Почвоподобные субстраты могут формироваться на основе как органических отходов самого сельского хозяйства (растительные остатки, отходы жизнедеятельности животных и т. п.), так и минеральных отходов промышленных производств (например, фосфогипса, шламов химводоочистки и сточных вод разного происхождения и т. д.) и даже искусственных полимерных субстратов, повышающих влагоёмкость почвы. В этом направлении решается не менее важная экологическая проблема утилизации отходов и предотвращения их накопления, и здесь очень важны разработки способов детоксикации как сточных вод, так и некоторых отходов животноводства и промышленности.

Агроландшафты не являются изолированными экосистемами: они граничат с жилыми зонами, рекреационными, промышленными и другими. Поэтому вопросы их сохранения и уменьшения взаимного негативного воздействия, как и создания и охраны таких экосистем, как зоны озеленения, заповедники и т. п., также являются актуальными в поддержании комфортной и безопасной среды существования и жизнедеятельности человека.

Любые загрязнения, независимо от их происхождения, накапливаясь в почве, влияют на биоту, сокращая биоразнообразие микробоценозов, педофауны и растительности. Подобные явления наблюдаются не только в почве и на её поверхности, но и в результате загрязнения и изменения химического состава водных ресурсов и атмосферного воздуха, т. к. в экосистемах всё взаимосвязано и загрязнение одного блока или его звена влечёт негативные последствия для всего ландшафта в целом. В данной ситуации чрезвычайно важны различные методы, средства и инновационные технологии мониторинга как аграрных, так и других, в том числе природных, ландшафтов.

Для восстановления нарушенных природных экосистем важное значение имеют способы рекультивации и разработка новых технологий и приёмов подобных мероприятий.

Таким образом, несмотря на главный акцент Конференции – оптимизация аграрных ландшафтов, в её материалах нашли отражение практически все аспекты наиболее острых экологических проблем. Надеемся, что обзор и обсуждение этих проблем поможет участникам Конференции в расширении и углублении своих исследований.

Всем участникам Конференции желаем успеха в научной деятельности.

Оргкомитет Конференции

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

УДК 631.4

СИНТЕТИЧЕСКИЕ ГЕЛЕВЫЕ СТРУКТУРЫ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ (НА ПРИМЕРЕ КАРТОФЕЛЕВОДСТВА)

Смагин Андрей Валентинович, *профессор, доктор биологических наук, ФГОУ ВО «Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова», ФГБУН «Институт лесоведения РАН»,* ***Россия****, г. Москва, smagin@list.ru*

Садовникова Надежда Борисовна, *кандидат биологических наук, ФГОУ ВО «Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова», ФГБУН «Институт лесоведения РАН»,* ***Россия****, г. Москва, nsadovnik@rambler.ru*

Будников Виктор Иванович, *кандидат технических наук, ООО Научно-исследовательский и проектный институт «Современные технологии»,* ***Россия****, г. ПермьФГБУН «Институт лесоведения РАН», г. Москва, f1448@yandex.ru*

Устойчивое сельское хозяйство нуждается в новых экологически чистых технологиях удобрения почв и защиты растений, которые максимально снижают загрязнение продуктов питания и окружающей среды. Ноу-хау исследования заключается в применении синтетических гелевых структур для оптимизации эдафических свойств ризосферы картофеля и для ее защиты от основных патогенов, в том числе фитофтороза (*Phytophthora infestans*). Запатентованная технология синтеза наполненных акриловых гелей позволила впервые создать эффективные кондиционеры почвы в виде гелевых структур, обогащенных микроэлементами, амфифильными добавками (гуматы, дисперсный торф) и современными средствами защиты растений (наночастицы серебра, ионы и фунгицид на основе азоксистробина). Предварительные лабораторные испытания и полевые опыты с различными сортами картофеля, проведенные в гумидных (европейская территория России) и аридных (Узбекистан) условиях при атмосферных осадках и искусственном орошении, подтвердили высокую эффективность водонакопительных и защитных для растений синтетических гелевых структур. Их использование существенно (до 6–15 т/га) повышает урожайность картофеля с экономией воды в 1,3–2 раза, полным удержанием агрохимикатов в ризосфере и фактически обеспечивает 100 % защиту от основных патогенов картофеля. Наилучшие результаты были получены для амфифильных гелевых композиций с диспергированным торфом и ионным серебром в качестве средства защиты растений.

Ключевые слова: наполненные гидрогелевые композиции, агрохимические системы доставки, ризосфера, водоудержание, защита почвы и растений, картофелеводство, ирригационное земледелие.

SYNTHETIC GEL STRUCTURES FOR SUSTAINABLE AGRICULTURE (ON THE EXAMPLE OF POTATO FARMING)

Smagin A. V., Sadovnikova N. B., Budnikov V. I.

Sustainable agriculture needs the new environmentally friendly technologies of soil fertilization and plant protection, that maximally reduce food and environmental contamination. Know-how of the study consists in the application of synthetic polymer hydrogels both for the optimization of edaphic properties of potato rhizosphere and for its protection from major pathogens, including late blight (Phytophthora infestans). Patented technology of filled acrylic hydrogels synthesis has allowed us the first to create effective soil conditioners in the form of gel structures enriched with trace elements, amphiphilic additives (humates, dispersed peat) and modern plant protection products (silver nanoparticles, ions, and azoxystrobin fungicide). Preliminary laboratory testing as well as field experiments with different potato varieties carried out in humid (European territory of Russia) and arid (Uzbekistan) conditions under the atmospheric precipitation and irrigation confirmed the high efficiency of water-accumulative and plant protective synthetic gel structures. Their usage sufficiently (up to 6-15 t/hct) increases the potato yield with 1.3-2 times water saving, complete retention of agrochemicals in the rizosphere, and its actually 100% protection against major potato pathogens. The best results were obtained for the amphiphilic gel compositions with dispersed peat and ionic silver as a plant protection product.

Keywords: filled hydrogel compositions, agrochemical delivery systems, rhizosphere, water retention, soil and plant protection, potato growing, irridation farming.

Введение. Современное устойчивое и экологически чистое сельское хозяйство нуждается в новых технологиях, которые позволяют получать высокие урожаи качественных продуктов питания с минимальным риском загрязнения окружающей среды, а также эффективно использовать и экономить природные ресурсы. Одной из многообещающих тенденций здесь является развитие так называемых агрохимических систем доставки для снижения рисков загрязнения окружающей среды и опасности для здоровья человека [7–10, 21]. В такой системе пестицид, удобрение или другой биологически активный агент вводят в носитель, обычно в полимерный материал или твердофазный адсорбент. Он сводит к минимуму воздействие вредных химических веществ на окружающую среду, уменьшая потери от выщелачивания, улетучивания и биологического разложения и, таким образом, поддерживая биологическую эффективность активного ингредиента в течение определенного времени в фиксированной точке пространства [8, 21].

Наши исследования представляют результаты инновационной разработки в данном направлении с использованием синтетических гелевых структур (СГС) в почве для снабжения растений водой, растворенными веществами и одновременной защиты ризосферы от патогенов [21]. Впервые в качестве составов с контролируемым высвобождением предложен комбинированный полимер-адсорбент на основе акриловых гидрогелей, наполненных амфифильными твердофазными компонентами, микроэлементами и современными средствами защиты растений (СЗР) в форме ионов или наночастиц серебра и синтетический фунгицид азоксистробин. В отличие от водных растворов и суспензий, применяемых против корневой гнили [12], такие структуры прочно закреплены в корневой зоне, что предотвращает вертикальную миграцию и удаление воды и водорастворимых веществ, зафиксированных в их составе [4–6, 11, 18, 21]. В отличие от широко используемых природных гидрофильных полисахаридов (целлюлоза, крахмал, альгинат, декстран, пектин, хитозан) в качестве составов с контролируемым высвобождением агрохимикатов [9], СГС на основе акриловых полимеров, наполненных амфифильными компонентами природы, более устойчивы к биодеградации почвы (период полураспада $T_{0,5}$ составляет 3–5 лет или более) [5, 6, 19]), что сводит к минимуму риск вымывания минеральных удобрений и пестицидов из таких СГС.

Большинство системных пестицидов имеют период полураспада менее 1 года; обычно $30 < T_{0,5} < 90$ дн для пестицидов, используемых для защиты растений в течение одного сезона посева [22]. Следовательно, они должны гарантированно исчезнуть до того, как носители геля разлагаются почвенными микроорганизмами. Точно так же водорастворимые удобрения и микроэлементы будут поглощаться корнями растений, прежде чем биодеградация гелевых структур позволит выщелачивать их из ризосферы. Синтетические гелевые структуры также имеют более высокий эффект водопоглощения и агрегации для минеральных почвенных субстратов и могут использоваться в очень малых экономических дозах (0,05–0,2 % на сухую массу почвы) [4, 11, 15, 21]. Наличие в таких структурах амфифильных компонентов в виде гуматов и дисперсного торфа не только улучшает агрегацию почвы по аналогии с природным органическим веществом, но и позволяет им фиксировать различные СЗР, в том числе гидрофобной природы [10, 21].

Доклад обобщает основные результаты за 3-летний период разработки и экспериментальных испытаний новой системы с контролируемым высвобождением на синтетических гелевых носителях для защиты и улучшения ризосферы картофеля с полевыми испытаниями в гумидных (европейская территория России) и аридных (Узбекистан) условиях при атмосферных осадках, а также искусственных поливах напуском по бороздам, дождеванием и капельном орошением.

Объекты и методы. Новые материалы были изготовлены на Уральском химическом заводе (РФ, Пермь) под торговой маркой «Aquapastus» по нашим запатентованным технологиям синтеза наполненных акриловых гидрогелей [2, 3]. Продукты включали различные составы акриловых сополимеров на основе солей акриламида и акриловой кислоты, наполненных отходами биокаталитического производства акриламида, солей гуминовых кислот в водной пасте, а также дисперсного торфа с добавками ионного серебра. Препарат

«Aquapastus»-11 (A-11) является основным сополимером акриламида и акрилата аммония, заполненным (28 %) твердыми отходами биокаталитического производства акриламида в виде смеси микробных клеток, агломератов клеток и фильтроперлита. В состав препарата «Aquapastus» -11H (A-11H), помимо биокаталитических отходов (12 %), входят гуматы калия и натрия в количестве 8 % сухого вещества. Его модификация A-11HMZ аналогична предыдущего, но с добавлением магния и цинка (микроэлементов минерального питания), 0,4 % в пересчете на металлы. Последние две композиции A-22 и A-22Ag вместе с сополимером акриламида и акрилата натрия содержат мелкодиспергированный торф в качестве наполнителя (23,5 %) и 0,1–1 % добавок ионного серебра. В лабораторных экспериментах новые продукты, описанные выше, сравнивались с хорошо известным торговым брендом «Аквасорб», производимым SNF-group (https://www.snf-group.com/).

Гелевые структуры были получены путем свободного 24-часового набухания гидрогелей в чистой воде или в растворах, содержащих водорастворимые или суспендированные СЗР, с соотношением «сухой гель: жидкая фаза», равным 1 : 100. В качестве СЗР использовались химически чистый $AgNO_3$, коллоидное серебро и синтетический фунгицид «Quadris» с азоксистробином, производимый Syngenta (Швейцария, Базель; https://www.syngenta.com). Этот фунгицид является одним из немногих пестицидов, разрешенных для внутрипочвенного применения в Российской Федерации. Лабораторную оценку защитных свойств гелевых структур проводили на картофельно-декстрозной агаровой среде с добавлением СЗР в широком диапазоне концентраций от 10 до 1000 ppm (на массу воды) с определением эффективных концнтраций EC_{50} и EC_{95} 50 и 95 % ингибирования роста патогенов картофеля модифицированным методом по экспоненциальной модели, предложенной в [20, 21]. Для оценки антипатогенной эффективности СГС при анализе клубней была применена новая разработка по матричной ПЦР-диагностике основных патогенов картофеля ООО «ГенБит» (http://genbitgroup.com/) с использованием усилителя микрочипов AriaDNA (ООО «Люмекс», Россия) и микрочипов ДНК основных патогенов картофеля.

Термодинамический анализ основных гидрофизических характеристик (ОГХ) водоудерживающей способности и эффективной удельной поверхности (S) гелевых композиций проводился путем сочетания равновесного центрифугирования в авторской модификации [13] с новым методом термодесорбции почвенной воды [14]. Полученные данные по ОГХ и гидравлической проводимости (К) после обработки стандартной функцией ван-Генухтена и новой фундаментальной ионно-электростатической моделью расклинивающего давления [16] были использованы в компьютерной программе HYDRUS-1D для технологического моделирования водообмена и корневого потребления в системе «почва–СГС–растение» для предварительной оценки оптимальных доз и способов размещения СГС, согласно [4, 18].

Полевые эксперименты с испытанием новой системы защиты и оптимизации ризосферы картофеля были проведены в гумидных (Московская обл., Пермская обл.) и засушливых климатических условиях (Краснодарский край, Ташкентская область) с естественными осадками и орошением (капельное, струйное, по бороздам в ручном и автоматическом режимах), на 5 сортах картофеля в открытом грунте (песчаные, супесчаные, суглинистые дерново-подзолистые, сероземные и черноземные почвы) и в теплицах. Во всех экспериментах осуществлялись морфометрия высоты и диаметра кустов, автоматизированный контроль атмосферных и почвенных гидротермических параметров, дифференцированная оценка урожая (размеры, количество, вес клубней), а также степени ее пораженности патогенами в соответствии с ранее разработанными методами, критериями и стандартами [17, 23]. Экологический риск выщелачивания СЗР из почв с СГС оценивался на базовом испытательном полигоне ИЛАН РАН (Московская обл.) с наиболее водопроницаемой песчаной дерново-подзолистой почвой на примере наиболее подвижного компонента СЗР в форме ионов серебра по методике реперных монолитов-лизиметров [4]. Статистическая и математическая обработка результатов осуществлялась согласно руководству [1].

Результаты и обсуждение. Лабораторная оценка антимикробных свойств СГС с ионами, наночастицами серебра и синтетическим фунгицидом дали для фитофтороза и чер-

ной ножки картофеля варьирование величин EC_{50} в диапазоне от 0,9 ± 0,1 до 63,0 ± 19,6 ppm, близком к известным из литературы дозам для водных растворов пестицидов. Для полного ингибирования активности патогенов требовалась концентрация СЗР EC_{95} в 10–50 раз и более высокая, по сравнению с EC_{50}. Синтетический фунгицид «Квадрис» с периодом полураспада $3 \leq T_{0,5} \leq 39$ дней (http://wineryclub.info/handbook/14-kvadris.html) гарантированно разлагается в СГС с величиной периода $T_{0,5}$ не менее 3–5 лет, согласно [19]. В отличие от биоразлагаемых СЗР, гелевые композиции на основе серебра потребовали оценки максимально допустимых концентраций, не вредящих растительности и почвенной фауне, которые варьировали в диапазоне 200–5000 ppm при 20 % влажности почвы [21]. Принимая во внимание полученные результаты, мы предположили, что наиболее эффективная доза СЗР в защитных гелевых структурах для ризосферы должна составлять около 100 ppm, так как она гарантирует подавление патогенной микрофлоры и не сильно нарушает рост и развитие растений и почвенных беспозвоночных.

Термодинамическая оценка водоудерживающей сопсобности показала, что гелевые композиции характеризовались стабильным увеличением влагоемкости пропорционально дозе СГС (от 0,05 до 0,3 %) в широком диапазоне 0–1000000 Дж/кг абсолютных значений водного потенциала почвы [16, 21]. ОГХ гелевых композиций регулярно сдвигались вправо относительно контроля (минеральные субстраты), что указывало на увеличение энергии удержания воды и влагоемкости образцов [15, 21]. Спектры размеров пор, напротив, имели тенденцию двигаться влево к меньшим размерам. Мы полагаем, что такая тенденция отражает эффект агрегации минеральной массы с помощью СГС. Наименьшая влагоемкость при дозах гидрогелей 0,2–0,3 % от сухой массы почвы составляла 15–25 % по сравнению с 3,3–4,6 % в песчаных субстратах, что означает увеличение водоудерживающей способности в 5–8 раз и соответствует переводу исходных песчаных субстратов в суглинистые по данному показателю. Удельная поверхность СГС увеличиваелась в 3–3,8 раза при концентрациях гидрогелей 0,1 % и до 6,0–10,2 раз при более высоких дозах 0,2–0,3 %, достигая значений 40–60 $м^2$ / г (до 75 $м^2$/г), что также характерно для легких и средних суглинков [16, 21].

Результаты компьютерного моделирования в системе HYDRUS-1D выявили регулярное увеличение запаса воды в ризосфере и пролонгирование поглощения активной корневой воды пропорционально дозам СГС. Минимальных доз (0,1–0,2 %) СГС в слое 10 см вполне достаточно для увеличения доступного запаса воды в ризосфере в 1,5–2 раза по сравнению с исходным песчаным субстратом и продления активного потребления (3–5 м /день) корнями картофеля от 5 до 10 дн. Этот эффект возникает из-за увеличения влагоудержания гелевыми композициями, а также из-за сильного уменьшения (до 10 раз) непроизводительных потерь просачивания воды из ризосферы с гравитационным стоком. Слоистый метод размещения СГС был более эффективным в уменьшении капиллярно-гравитационного оттока воды из ризосферы по сравнению с равномерным распределением геля [4, 21]. Суммарное потребление корней в течение вегетационного периода, умноженное на коэффициент транспирации, дало оценку потенциальной продуктивности картофеля при использовании СГС. Для сортов картофеля Ред Скарлетт, Леди К0лер и Гала эти значения составляли приблизительно 30, 40 и 60 т / га. Эти выводы технологического моделирования полностью подтвердились полевыми экспериментами.

Первый полевой эксперимент был проведен в 2017 г. в сложных погодных условиях европейской части Российской Федерации с избытком осадков и широко распространенным развитием поздней гнили. Несмотря на непредвиденные экстремальные погодные условия и повышенный инфекционный фон, удалось добиться увеличения урожайности картофеля в 1,3–2 раза при 100 % защите клубней от массовой вспышки поздней гнили. На участках с первоначально сильно зараженными семенами (40–50 %) избыток урожая составлял 100–200 % по сравнению с необработанным контролем (эталонная урожайность 17,1 ± 8,6 т/ч). Участки с СГС-обработкой и изначально хорошими неинфицированными семенами имели 20–60 % прироста по сравнению с контрольным урожаем 39,2 ± 4,9 т/ч в необработанном контроле. Оценка потенциального патогенного поражения клубней картофеля дала не более

4–5 % эпифитной микрофлоры (обыкновенной парши) при СГС-защите, тогда как на необрабо-танном контроле патогенное повреждение достигало 80–100 % с глубокой инфекцией, проникающей в клубни из-за развития грибковых и бактериальных гнилей (*Phytophthora infestans, Colletotrichum coccoides, Fusarium sp., Streptomyces scabies, Geototrichum candidum, Pectobacterium sp*.). ПЦР-диагностика свежесобранных клубней показала наличие патогенов: *Phytophthora infestans, Clavibacter michiganensis subsp. sepedonicus, Pectobacterium atrosepticum и Pectobacterium carotovorum subsp. carotorum* в необработанном контроле, тогда как при СГС-обработке возбудителей болезней картофеля на клубнях нового урожая обнаружено не было. Амфифильные композиции А22 наиболее эффективны в условиях аномально влажного года при средних концентрациях РРР на основе серебра (100 ppm) и низких дозах применения СГС, равных 0,5 л/куст. Высокие (400–500 ppm) дозы серебра в защитных СГС, а в случае фунгицида «Квадрис» относительно низкие концентрации (порядка 100 ppm) могут ингибировать рост самих растений и урожайность клубней картофеля. Однако явным преимуществом фунгицидных композиций «Квадрис» является трансламинарный эффект, благодаря которому удалось противостоять полному уничтожению зеленой фитомассы картофеля от фитофтороза во второй половине лета. Ионное серебро также имело транс-ламинарный эффект, что было впервые подтверждено количественным точечным (локальным) анализом содержания серебра в верхушках, клубнях и зеленых ягодах картофеля с использованием неразрушающей XRF-технологии. Наличие защитного покрытия из серебра в составе СГС на поверхности клубней способствовало предохранению клубней новго урожая от гниения при их хранении.

Следующие полевые испытания, проведенные в 2018 г., подтвердили высокую эффективность аккумуляции влаги и антипатогенного действия СГС для орошаемого картофелеводства в условиях открытого и закрытого грунта. В основном эксперименте в Узбекистане при поливе по борозде средний урожай при необработанном контроле в 58,8 ± 7,3 т/гч был близок к потенциалу сорта Гала (60 т/г). Однако двукратное снижение орошения сопровождается резким снижением урожайности картофеля в необработанном контроле. Применение СГС значительно увеличило урожайность на 6,9–9,5 т /га, а также высоту картофельных кустов, размер, массу, а в некоторых случаях – плотность клубней, что может быть связано с накоплением крахмала. Варианты СГС при 100 и 50 % поливе по бороздам статистически значимо не отличались друг от друга по урожайности, то есть дополнительная экономия 50 % поливной воды, равная 3409±39 $м^3$/га, не привесла к снижению урожайности картофеля. Матричная ПЦР-диагностика не выявила присутствия каких-либо патогенных микроорганизмов в клубнях, защищенных СГС, тогда как в необработанном контроле были обнаружены патогены *Pectobacterium atrosepticum* и *Pectobacterium carotovorum subsp*. Формальная экономическая оценка увеличения урожайности позволила выявить наиболее эффективный вариант композиций на основе амфифильного геля А-22Ag с 50 ppm ионного серебра с расходом 1–2 г сухого геля под куст с 1,5–3-кратной окупаемостью. То есть в полоивном земледелии данная технология вполне приемлема не только для выращивания семенного картофеля с высокими ценами на элитный сортовой картофель, но и для товарной продукции.

Дополнительные эксперименты, проведенные в закрытом грунте с дождеванием и капельным орошением в условиях Краснодарского края и Московской области, также позволили достичь запланированной урожайности при 30–50 % экономии поливной воды. В московском эксперименте с капельным орошением в вентилируемой теплице прорастание клубней и дальнейший рост происходили без каких-либо задержек. Урожайность на необработанных контрольных участках (33,3 ± 1,6 т/га) была статистически значимо выше, чем планируемый уровень 30 т/га для сорта картофеля Ред Скарлетт. Варианты с СГС неизменно превышали необработанный контроль с величинами прибавки урожайности в 30–60 %. Наилучшие результаты (урожай картофеля с 38,0 ± 7,5 до 53,1 ± 9,1 т/га) были продемонстрированы СГС на основе нового геля А22 с амфифильным наполнителем, синтетическим фунгицидом «Квадрис» (50 ppm) или ионным серебром (100 ppm) в качестве СЗР. Смешивание гелевых структур с почвой увеличило среднюю урожайность на 5–8 т/га, но это увеличение часто не

было статистически значимым из-за больших различий в урожайности на этих участках (доверительные интервалы 5–9 т/га при уровне значимости p = 0,01). В краснодарском эксперименте рост вегетативной массы сопровождался задержкой, по-видимому, из-за снижениия транспирационной активности и соответствующей скорости фотосинтеза при постоянно высокой влажности воздуха невентилируемой теплицы. В некоторых случаях чрезмерное увлажнение чернозема приводило к гниению и потере всхожести клубней (необработанный контроль, обработка СГС А11 с перемешиванием) и к развитию патогенов (*Phytophthora infestans, Pectobacterium atrosepticum, Clavibacter michiganensis subsp. Sepedonicus*), которые поражали 2–5 % клубней картофеля по данным матричной ПЦР-диагностики. При амфифильной СГС- обработке композицией А22 независимо от дозы (0,5 или 1 л на куст), способа применения (слоем или с перемешиванием), интенсивности орошения (50 или 100 %), свежий урожай не содержал каких-либо патогенных организмов, несмотря на присутствие ДНК патогенов (*Clavibacter michiganensis subsp. Sepedonicus, Pectobacterium atrosepticum*) в семенном материале сорта картофеля Леди Клер. Средняя урожайность на необработанном контроле (41,0 ± 8,0 т / ч) достигла потенциала сорта картофеля Lady Claire (40 т/га). Обработка А22 композицией приводила к стабильному повышению урожая, достигшего 46-48 т/га в вариантах смешивания геля с почвой.

Прямой лизиметрический анализ выщелачивания ионов серебра, проведенный в экстремальном влажном 2017 г., не выявил каких-либо значительных потерь из СГС. Суммарные сезонные потери с инфильтрационным стоком из почвенного монолита, обработанного СГС, составили менее 1–3 % ионного серебра, содержащегося в композиции. При этом выщелачивание тех же доз серебра в необработанном контроле без СГС было довольно значительным (до 40 % от исходного количества, вводимого в ризосферу в виде сухого нитрата серебра). Альтернативный метод оценки удаления серебра из ризосферы, использующий анализ динамики запасов Ag в слое почвы 30 см за трехлетний период (2017–2019 гг.), показал возможность более интенсивных потерь по сравнению с с данными лизиметрического анализа. На участках, обработанных СГС, суммарные потери составляли 5–8 % от исходного количества серебра в ризосфере, а для необработанного контроля – до 60–80 %. Большие потери в необработанном контроле могут быть объяснены продолжительностью процесса выщелачивания, который почти в 5 раз превышает время прямого лизиметрического эксперимента. Увеличение потерь серебра на участках с СГС, помимо той же причины, имеет другое объяснение, а именно поглощение серебра растительностью, что подтверждается неразрушающей XRF-диагностикой клубней, зеленых ягод и растительной фитомассы картофеля. Еще одной гипотезой является влияние преимущественных потоков, которые отсутствуют в небольших лизиметрах, но вполне вероятно, что они могут появиться на больших делянках [21]. Все эти гипотезы должны быть изучены в будущем, однако уже сейчас ясно, что потеря водорастворимых СЗР из СГС значительно (по крайней мере в 10–20 раз) меньше, чем в необработанной почве, и они не могут нанести какого-либо существенного ущерба окружающей среде.

Работа выполнена при поддержке РНФ (грант № 16-16-04014).

ЛИТЕРАТУРА

1. Белюченко И. С. Анализ данных и математическое моделирование в экологии и природопользовании / И. С. Белюченко, А. В. Смагин, Л. Б. Попок, Л. Е. Попок. – Краснодар : Изд-во КубГау. – 2015 –312 с.
2. Патент на изобретение RU №2536509 от 27.12.2014.
3. Патент на изобретение RU №2639789 от 22.12.2017.
4. Смагин А. В. Теория и практика конструирования почв / А. В. Смагин. – М. : Изд-во Моск. Ун-та. – 2012. – 544 с.
5. Смагин А. В. Гель-серебряные композиции для ризосферы: лабораторное тестирование антимикробных свойств / А. В. Смагин, Г. Б. Колганихина, В. И. Васенев, М. В. Смагина, Н. Б. Садовникова, В. И. Будников // Агрохимия. – 2018. – № 5 – С. 27–34.

6. Смагин А. В. Гелевые композиции для противопатогенной защиты и оптимизации эдафических свойств ризосферы картофеля / А. В. Смагин, В. И. Будников, В. И. Васенев, М. В. Смагина, А. Я. Гульбе, Н. Б. Садовникова, А. С. Башина, Г. Б. Колганихина // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32. – № 3. – С. 54–63. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10311.

7. Akelah A. Novel utilizations of conventional agrochemicals by controlled release formulations. // Mater Sci Eng – 1996. – V. 4. – P. 4:83–98. DOI:10.1016/09284931(96) 00133-6

8. Campos E. V. R., de Oliveira J. L., Fraceto L. F. Applications of controlled release systems for fungicides, herbicides, acaricides, nutrients, and plant growth hormones: a review. // Adv Sci Eng Med. – 2014. – V. 6. – P. 373–387. DOI: 10.1166/asem.2014.1538

9. Campos E. V. R., de Oliveira J. L., Fraceto L. F., Singh B. Polysaccharides as safer release systems for agrochemicals. // Agron. Sustain. Dev. – 2015. – V. 35. – P. 47–66. DOI: 10.1007/s13593-014-0263-0

10. Mateen R., Hoare T. Injectable, in situ gelling, cyclodextrin-dextran hydrogels for the partitioning-driven release of hydrophobic drugs. // J Mater Chem. – 2014. – V. B2. – P. 5157–5167. DOI:10.1039/c4tb00631c

11. Narjary B., Aggarwal P., Kumar S., Meena M. D. Significance of Hydrogel and its application in agriculture. // Indian Farming. – 2013. – V. 62. – P. 15–17.

12. Noaema A., Sawicka B., Pszczółkowski P. Effectiveness of Protection of Early Potato Cultivars Against Phytophthora Infestans Mont De Bary Depending on the Protection Strategy. // J. of Food Sci. and Technol. – 2017. – V. 6. – P. 49–57.

13. Smagin A. V. Column-Centrifugation Method for Determining Water Retention Curves of Soils and Disperse Sediments. // Eur. Soil Sci. – 2012. –V. 45. – P. 416–422. DOI: 10.1134/S1064229312040126

14. Smagin A. V. Thermogravimetric Determination of Specific Surface Area for Soil Colloids. // Colloid J. – 2016 – V. 78. – P. 391–396. DOI: 10.1134/S1061933X16030170

15. Smagin A. V. Thermodynamic Evaluation of the Impact of Strongly Swelling Polymer Hydrogels with Ionic Silver on the Water Retention Capacity of Sandy Substrate // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2017 – V. 52, № 012087. – P. 1–7. DOI: 10.1088/1755-1315/52/1/012087.

16. Smagin A. V. About Thermodynamic Theory of Water Retention Capacity and Dispersity of Soils. // Eur. Soil Sci. – 2018 – V. 51. – P. 782–796. DOI: 10.1134/S1064229318070098

17. Smagin A. V., Azovtseva N. A., Smagina M. V. Criteria and methods to assess the ecological status of soils in relation to the landscaping of urban territories // Eur. Soil Sci. – 2006. – V. 39. – P. 339–551. DOI: 10.1134/S1064229306050115

18. Smagin A. V., Sadovnikova N. B. Creation of Soil-Like Constructions // Eur. Soil Sci. – 2015 – V. 48. – P. 981–990. DOI: 10.1134/S1064229315090100

19. Smagin A. V., Sadovnikova N. B., Vasenev V. I., Smagina M. V. Biodegradation of Some Organic Materials in Soils and Soil Constructions: Experiments, Modeling and Prevention. // Materials. – 2018 – V. 11.(10), 1889 : 1–22. DOI: 10.3390/ma11101889

20. Smagin A. V., Smagina M. V., Kolganihina G. B., Sadovnikova N. B., Gulbe A. Y., Bashina A. S. Fungicidal and antibacterial activity of the hydrogel compositions with silver // International Journal of Engineering & Technology. – 2018 – V. 7. – P. 14–20. DOI: 10.14419/ijet.v7i2.23.11874.

21. Smagin A. V., Sadovnikova N. B., Smagina M. V. Synthetic gel structures in soils for sustainable potato farming // Scientific Reports. – 2018 – V. 9. ID 18588 DOI: 10.1038/s41598-019-55205-8

22. Van der Linden A. M. A., Boesten J. J. T. I., Brock T. C. M. Evaluation of the 2006 proposal for risk assessment of persistence of plant protection products in soil // RIVM Report. – 2008 – 601712002/2008. https://www.rivm.nl

23. Vasenev V. I., Smagin A. V., Ananyeva N. D., et al. Urban Soil's Functions: Monitoring, Assessment, and Management // in Adaptive Soil Management: From Theory to Practices eds.: Rakshit A., Abhilash P. C., Singh H. B., Ghosh S. Springer, Singapore. – 2017 – P. 359–409. DOI: 10.1007/978-981-10-3638-5.

УДК 631.4

КАПИЛЛЯРНЫЕ БАРЬЕРЫ В ПОЧВЕННОМ КОНСТРУИРОВАНИИ, ИХ ТИПЫ И ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Смагин Андрей Валентинович, *профессор, доктор биологических наук, ФГОУ ВПО «Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова», ФГБУН «Институт лесоведения РАН», **Россия**, г. Москва, smagin@list.ru*

Садовникова Надежда Борисовна, *кандидат биологических наук, ФГОУ ВПО «Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова», ФГБУН «Институт лесоведения РАН», **Россия**, г. Москва, nsadovnik@rambler.ru*

Кириченко Анатолий Валентинович, *кандидат биологических наук, ФГОУ ВПО «Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова» г. Москва, main@soil.msu.ru*

Доклад обобщает результаты многолетних инновационных исследований российских ученых по конструированию почв с капиллярными барьерами в рамках совместных коммерческих российско-арабских проектов, Госконтракта Правительства Москвы и инициативных научных грантов. Выделены два типа капиллярных барьеров – совершенные и несовершенные, и для каждого типа предложены способы технологического проектирования почвенных конструкций с инженерным расчетом их параметров. Эксперименты, проведенные в условиях экстрааридного климата стран Аравийского полуострова и в гумидных ландшафтах столичного мегаполиса, подтвердили высокую эффективность слоистых почвенных конструкций с капиллярными барьерами, позволяющими достичь 1,5–2-кратной экономии водных ресурсов, сократить непродуктивные потери влаги на гравитационный отток и физическое испарение, повысить устойчивость и продуктивность культурных растений и надежно защитить корнеобитаемый слой от вторичного засоления и техногенного загрязнения.

Ключевые слова: слоистые почвенные конструкции, совершенные и несовершенные капиллярные барьеры, аккумуляция влаги, биопродуктивность, снижение непродуктивных потерь воды, борьба с вторичным засолением.

CAPILLARY BARRIERS IN SOIL DESIGN, THEIR TYPES AND FUNCTIONAL EFFICIENCY

Smagin A. V., Sadovnikova N. B., Kirichenko A. V.

The report summarizes the results of of long standing innovative research by Russian scientists on the construction of soils with capillary barriers in the framework of joint commercial Russian-Arab projects, the State contract of Moscow Government and initiative scientific grants. Two types of capillary barriers are distinguished — perfect and imperfect, and for each type, methods for the technological design of soil constructions with the engineering calculation of their parameters are proposed. Experiments conducted in the extra-arid climate of the Arabian semi-island countries and in the humid landscapes of Moscow metropolis confirmed the high efficiency of layered soil structures with capillary barriers, which make it possible to achieve 1.5–2 times water savings, reduce unproductive moisture losses on gravity flow and physical evaporation, increase the stability and productivity of cultivated plants and reliably protect the root layer from secondary salinization and technogenic pollution.

Keywords: layered soil constructions, perfect and imperfect capillary barriers, soil water accumulation, bioproductivity, reduction of unproductive water losses, protection of secondary salinization.

Введение. Конструирование почв – современное направление в инженерном почвоведении и геоэкологии, позволяющее с использованием природных и синтетических материалов, а также технических средств целенаправленно создавать на базе точного инженерного расчета искусственные почвенные объекты с заданными технологическими свойствами и фунциями [2]. Среди многочисленных объектов почвенного конструирования (мелиоративные и противоэрозионные конструкции, спортивные площадки и сооружения, объекты городского благоустройства и озеленения, конструкции сельскохозяйственного назначения, военные объекты и т. д.) можно выделить отдельную общность не по функциональным свойствам, а по структурно-технологическим признакам, а именно слоистые почвенные конструкции с капиллярными барьерами [2–5, 8, 10, 11]. Капиллярные барьеры формируются

как в естественных почвах, так и в почвенных конструкциях, как правило, на границе слоев с контрастными гидрофизическими свойствами и, в первую очередь – при резком изменении дисперсности. Дополнительный технологический способ формирования капиллярных барьеров – искусственная гидрофобизация части дисперсной среды [2]. Функциональная роль капиллярных барьеров многообразна и включает аккумуляцию влаги, защиту от испарения и непродуктивных потерь влаги на инфильтрацию, от техногенного загрязнения и вторичного засоления земель, оптимальное перераспределение поверхностного и внутрипочвенного стока, оптимизацию газовой функции ландшафта и многие другие технологически важные процессы. Особенно актуальны слоистые водо-аккумулятивные почвенные конструкции с капиллярными барьерами в условиях аридного поливного земледелия, где они позволяют достигать 1,5–2-кратной экономии поливной влаги при 100% защите поверхностного плодородного слоя от вторичного засоления – главного бича, уничтожающего ежегодно сотни тысяч гектаров поливных земель при обычных технологиях интенсивного поливного земледелия [2, 8]. В большинстве случаев почвенные конструкции с капиллярными барьерами могут быть спроектированы с достаточно точным инженерным расчетом, использующим современные компьютерные модели движения влаги и растворенных веществ в распределенных пористых средах с набором различных слоев [2, 4, 5, 11].

Сегодня известны не только одномерные (вертикальные), но и объемные смарт-конструкции, рассчитываемые по сложным компьютерным моделям уровня HYDRUS 2/3D для аридного поливного земледелия с капиллярными барьерами по бокам тонкодисперсных блоков с песчаными засыпками, по аналогии с некоторыми природными объектами пустынных территорий в Омане [4, 5]. Однако в ряде случаев, например при полном разрыве капиллярности посредством внедрения щебнистых экранов или гидрофобизаторов, традиционные модели ричардского типа с влагопереносом по градиенту отрицательного матричного потенциала (давления) почвенной влаги оказываются несостоятельными для многослойных систем такого рода, поскольку информация об отсутствии водоудерживающей способности в грубодисперсном экране или о положительном капиллярном давлении гидрофобного материала не может быть внесена в такие софты в виде соотвествующих гидрофизических функций.

Мы попытались обобщить в данном докладе результаты собственных многолетних исследований по проектированию, созданию и режимам функционирования слоистых почвенных конструкций с капиллярными барьерами для урбо- и агроландшафтов на примере стран Персидского залива и Московского мегаполиса.

-

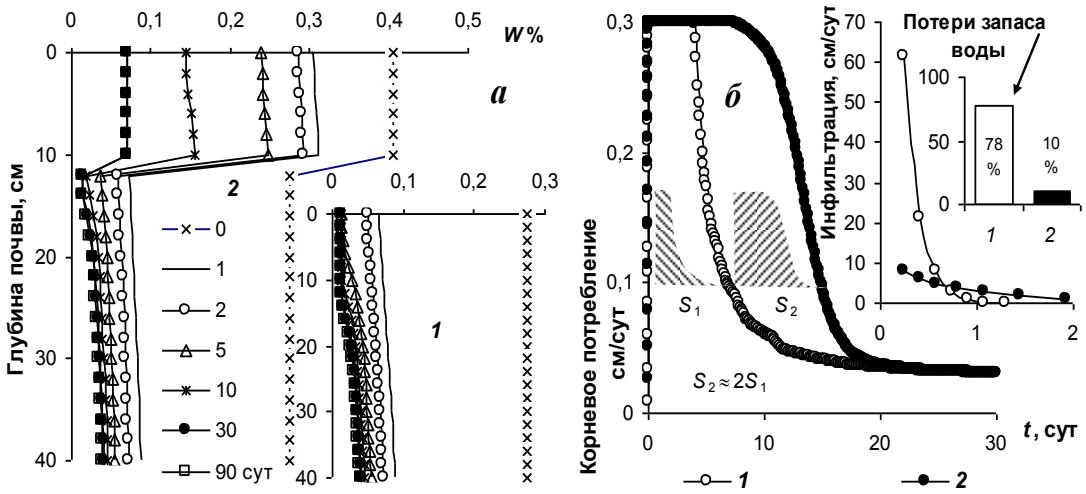


Рисунок 1 – Технологическое моделирование слоистой конструкции с неполным капиллярным барьером на основе синтетической гелевой структуры Aquapastus-22 (0,2 % в слое 0–10 см): 1– контроль, 2 – почвенная конструкция, ***а*** – моделирование водного режима, ***б*** – моделирование корневого поглощения воды, продуктивности и непродуктивных инфильтрационных потерь влаги (по [13])

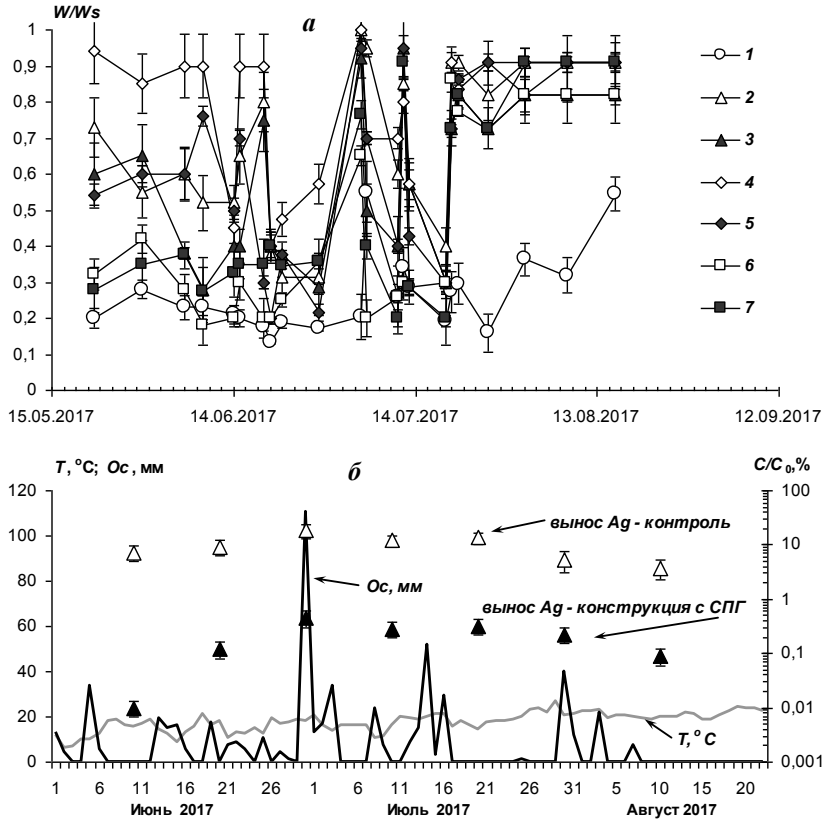


Рисунок 2 – Экомониторинг (***а***) водного-воздушного режима (индекс *W/Ws, Ws* – полная влагоемкость); (***б***) гидротермических параметров и выноса ионов серебра (показатель C/C_0) в слоистых почвенных конструкциях с защитными синтетическими гелевыми структурами. 1– необработанный контроль, 2 – гель А11 с ионным серебром, ***3***– гель А22 с ионным серебром, 4 – гель А 11 с наночастицами Ag, 5 – гель А 22 с наночастицами Ag, 6 – гель А 11 с фунгицидом «Квадрис», 7 – гель А 22 с фунгицидом «Квадрис»; *T*– температура, *Ос* – осадки, лизиметрическая оценка выноса ионов серебра из почвы (C_0 – исходная концентрация С – выщелоченное серебро за декаду)

Объекты, материалы и методы. Реализация слоистых почвенных конструкций осуществляялась в коммерческих российско-арабских проектах на территории стран Аравийского полуострова (О.А.Э., Катар, Бахрейн, Кувейт, Иордания) с аридным климатом и пылевато-песчаными пустынными почвами (ареносолями) в рамках Госконтракта Правительства Москвы «Разработка технологии почвенного конструирования для озеленения и благоустройства территорий с высокой антропогенной нагрузкой», а также в проекте РНФ «Защитные гелевые композиции для борьбы с негативными биологическими и эдафическими факторами картофелеводства». Проекты осуществлялись в гумидных условиях столичного мегаполиса на супесчаных дерново-подзолистых почвах и урбаноземах ЗАО г. Москвы [2, 13].

В качестве материалов для слоистых почвенных конструкций были использованы щебень или гравий (известняковый, гранитный, вторичный), подмосковный низинный торф и торфосапропелевый почвомодмфикатор «Arid Grow» [8], кремнийорганический гидрофобизатор «СОФЕКСИЛ-40» [2], синтетические полимерные гидрогели (СПГ) – гидрофильные (радиационносшитый полиакриламид, акриловый гель «Aquapastus» А11) и афифильные (наполненные амфифильными продуктами гели «Aquapastus» А22) отечественного производства [2, 12, 13]. При расчете параметров почвенных конструкций применялась компьютерная среда HYDRUS-1D [2, 5] для моделирования энергомассообмена в распределенных пористых средах с набором слоев и метод технологического моделирования [2, 11] с поливариантными расчетами корневого потребления (продуктивности), вертикального транспорта водорастворимых солей, испарения и непродуктивных потерь влаги из слоистого профиля при тех или иных концентрациях почвомодификаторов и глубинах расположения капиллярных барьеров. Также использовалась аналитическая оценка оптимальных глубин внедрения экранов, полностью прерывающих капиллярность, на базе термодинамической концепции

физического состояния почв с анализом равновесия физических сил, удерживающих и удаляющих воду из почвенного профиля согласно [10]. Оценка основных гидрофизических характеристик (ОГХ) исходных почв и грунтов, материалов для конструирования и их почвенных композиций осуществлялась авторским методом центрифугирования [2, 6] и его комбинацией с новым методом термодесорбции влаги [7], что позволяло получать экспериментальные данные во всем возможном диапазоне варьирования потенциала почвенной влаги вплоть до 1000 кДж/кг. Экологичекий мониторинг режимов функционирования почвенных конструкций (температурного, водно-воздушного, солевого, кислотно-щелочного, биологической активности – дыхания) и динамики продуктивности растений осуществлялся с использованием новейших инструментальных технических средств, критериев и методов согласно нашим разработкам [2, 9]. Статистическая и математическая обработка результатов проводилась согласно руководству [1].

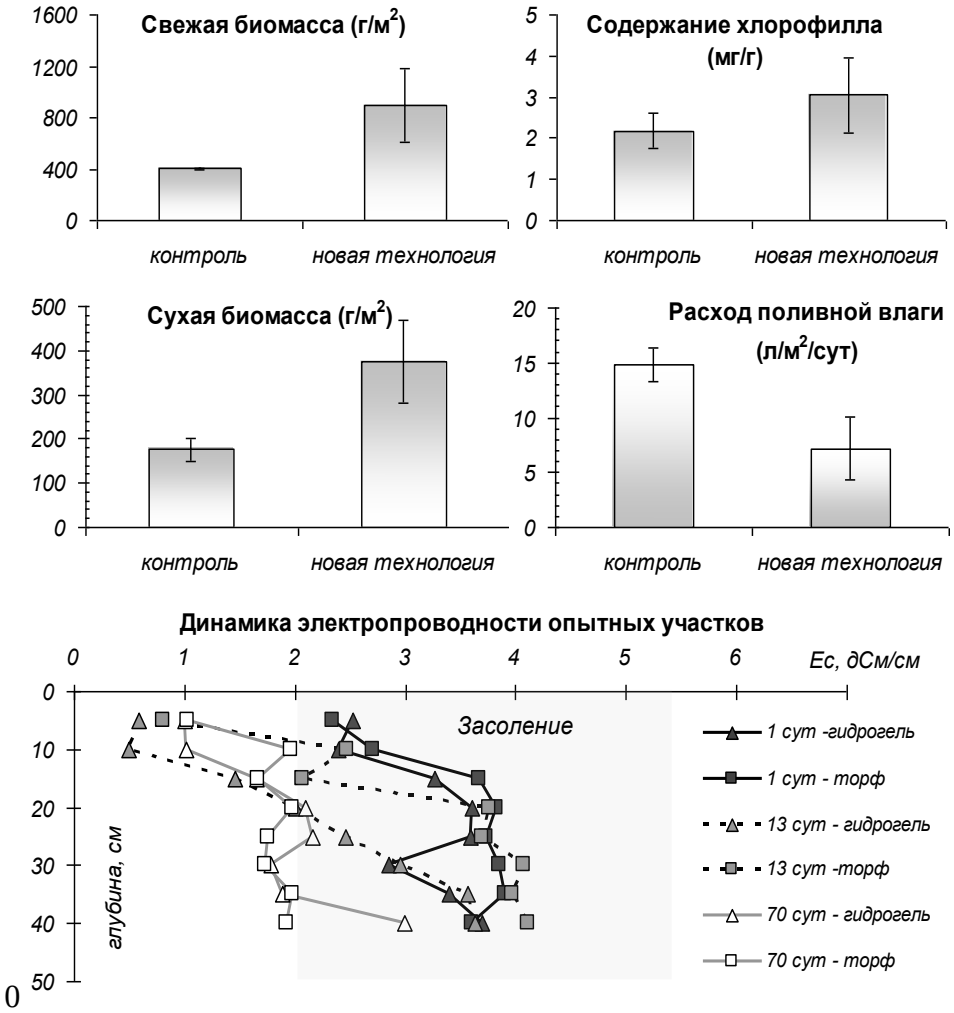
Результаты и обсуждение. Рисунок 1 иллюстрирует методологию технологического моделирования с использованием компьютерной среды HYDRUS 1D на примере проектирования почвенной конструкции с синтетической гелевой структурой в верхнем слое супесчаной дерново-подзолистой почвы опытного участка ИЛАН РАН в ЗАО г. Москвы для отработки технологий устойчивого картофелеводства. Согласно расчетам, гелевая структура благодаря повышенной адгезии влаги формирует несовершенный капиллярный барьер, при котором значительно сокращается капиллярно-гравитационный отток воды на инфильтрацию. Основная часть влаги аккумулируется в корнеобитаемом слое, что в свою очередь пролонгирует практически вдвое корневое водопотребление культурой картофеля без дополнительного орошения и, соответственно, ее продуктивность (интеграл S2 от функциии корневого потребления на рис. 1-б).

Этот предварительный прогноз подтвердился последующими полевыми экспериментами (рисунок 2). Мониторинг индекса водно-воздушного режима показал, что варианты с синтетическими гелевыми структурами имели постоянно 1,5–2-кратное превышение влажности относительно необработанного контроля без капиллярного барьера, а заключенные в составе гелевых структур водорастворимые средства защиты растений надежно фиксировались от выщелачивания. Их вынос из корнеобитаемого горизонта (на примере наиболее мобильных ионов серебра) сокращался в 10–100 раз, как и непродуктивные потери влаги на инфильтрацию, несмотря на экстремально высокое количество осадков и достаточно большую температуру летнего сезона 2017 г. Урожайность клубней картофеля в данном эксперименте и последующих испытаниях в 2018 г. достигала 20–60 % прибавки в случае семян хорошего качества и до 100–200 % увеличения при использовании исходно зараженных комплексом патогенов посадочного материала картофеля, что продемонстрировало с одной стороны противопатогенную эффективность гелевых структур, а с другой – оптимизацию водного режима и корневого потребления.

Сходные результаты были получены нами и опубликованы в более ранних проектах по конструированию слоистых почв с использованием природных органогенных почвомодификаторов и синтетических гидрогелей для локальной (древесные культуры, кустарники) и сплошной растительности (зеленые газоны, овощные культуры) в странах Аравийского полуострова и столичном мега полисе [2, 8, 11]. В качестве примера на рисунке 3 приведены данные нашего эксперимента на станции озеленения и садоводства эмирата Дубаи по новой технологии почвенного конструирования для выращивания зеленых газонов на почвах с потенциально высоким уровнем засоления. Как видно, почвенные конструкции способствовали существенному увеличению (в 1,5–2 раза) продуктивности газона при такой же экономии поливной влаги из-за сокращения ее непродуктивных потерь, а также за время эксперимента (70 сут) в условиях экстрааридного летнего вегетационного сезона практически полному рассолению почвенного профиля (оценка по электропроводности).

Во всех вышеперечисленных случаях внедерение гидрофильных или амфифильных почвомодификаторов наряду со слоистым способом их расположения формировало так называемые неполные (несовершенные) капиллярныпе барьеры, в которых капиллярный эффект снижался благодаря слоистости или повышению водоудерживания (абсолютных значений потенциала почвенной влаги), но не исчезал как таковой с сохранением капиллярной

сплошности на протяжении всего почвенного профиля. Иной физический механизм, мы будем его называть «совершенный» или «полный» капиллярный барьер, возникает при внедрении лишенных капиллярности грубодисперсных материалов (экранов) или искусственной гидрофобизации подпочвы. Этот технологический способ позволяет «подвесить» почвенную влагу в вышележащем слое, отсеченном таким экраном, в той мере, насколько водоудерживающая способность почвогрунта заданной мощности будет противостоять силе тяжести (гравитационному давлению), стремящейся эту воду удалить. Откладывая величину гравитационного давления в сантиметрах водного столба, соответствующего мощности почвенного слоя над экраном на кривых ОГХ, можно получить значение влажности почвы вверху слоя равно весной (после гравитационного оттока), согласно [10]. Интеграл ОГХ в пределах от нулевого давления (полной влагоемкости) до давления, соответствующего мощности слоя, позволяет определить запасы «подвешенной» над экраном влаги.



0

Рисунок 3 – Эффективнось слоистых почвенных конструкций в О.А.Э. (Дубаи) с неполными капилляными барьерами в виде слоев амфифильного органогенного почвомодификатора «Arid Grow» и гидрофильного гидрогеля на основе полиакриламида (по [2]).

Такие расчеты, проведенные с использованием широкой авторской базы данных ОГХ (170 песчаных и супесчаных, 85 легко-суглинистых, 100 средне-, тяжело-суглинистых и глинистых образцов минеральных почв, а также 65 образцов органогенных пористых сред) позволили разработать номограммы для инженерного расчета общих и доступных для растений запасов влаги в почвах и грунтах разного состава и дисперсности (рисунок 4). Из них видно, что наиболее эффективным природным материалом для аккумуляции доступной влаги являются торфы и средние суглинки, накапливающие в толще 30–40 см, достаточной для роста травянистой растительности около 120–200 мм почвенной влаги в условиях гумидной зоны с естественными осадками, что при суточном расходе порядка 3–4 мм обеспечивает водоснаб-

жение в течение 1 мес при условии исходной «влагозарядки» талыми водами и минимизации физического испарения, например, с помощью мульчирования поверхности и использования геотекстиля (см. далее).

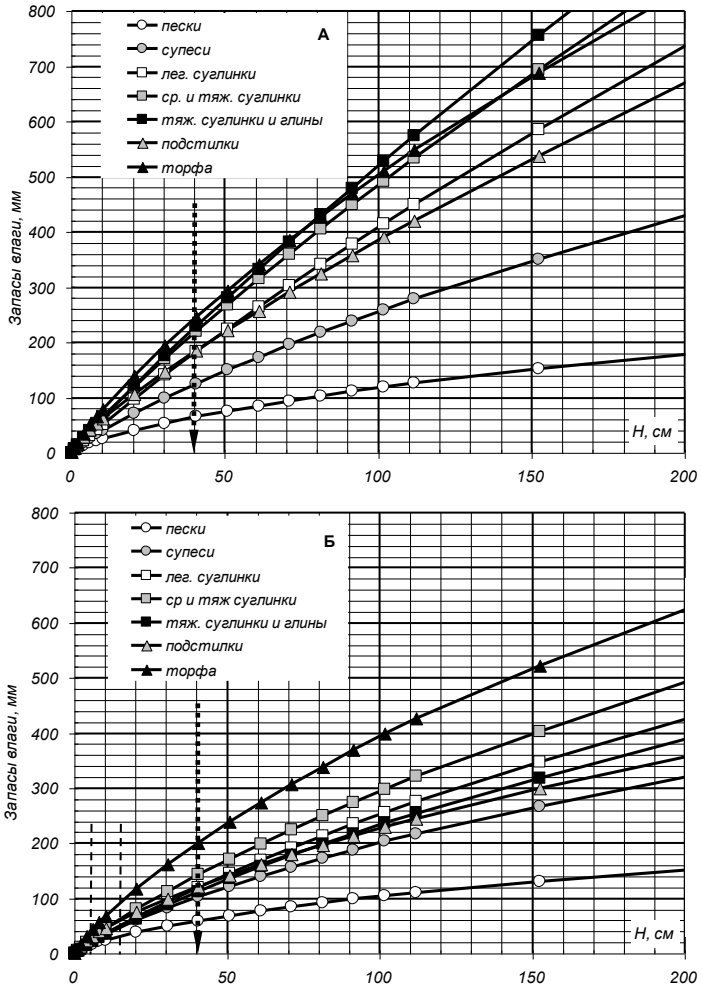


Рисунок 4 – Номограммы расчета равновесных запасов влани в почвенной толще мощностиью Н, отсеченной совершенным капиллярным барьером (по [2])

Внедрение на определенную (расчетную) глубину грубодисперсного (щебнистого) экрана, полностью прерывающего капиллярную связь, вопреки расхожему в ландшафтном дизайне мнению, способствует не отводу вод из почвы (дренажу), а, напротив, аккумуляции дополнительного количества влаги в укороченном профиле над совершенным капиллярным барьером, что дало нам основание назвать этот интересный эффект «антидренажем» [10]. Физический механизм этого явления заключается в полном прерывании капиллярной сплошности и блокировке капиллярного механизма рассасывания (перераспределения) почвенной влаги из поверхностной толщи в подпочву (рисунок 5 – верхняя часть). Он подтверждается опытами со слоистыми почвенными конструкциями с щебнистыми экранами и гидрофобной пропиткой подпочвы, демонстрирующими стабильное превышение равновесной влажности почвенного слоя, расположенного над такими совершенными капиллярными барьерами, по сравнению с контрольными вариантами, где капиллярная сплошность сохранялась (рисунок 5 – верхняя часть, более подробно – см. в [2]).

Наконец, еще одним, крайне важным технологическим свойством конструкций с совершенными капиллярными барьерами, является полная блокировка физического механизма вторичного засоления и техногенного загрязнения поверхностного слоя водорастворимыми солями и поллютантами с обратным (восходящим) капиллярным током и концентрированием при испарении влаги. Несмотря на трудоемкость формирования сплошных капиллярных барьеров, особенно путем механической прокладки грубодисперсных экранов, такие конструкции навсегда избавляют от угрозы вторичного засоления (загрязнения) рабочего корнеобитаемого слоя.

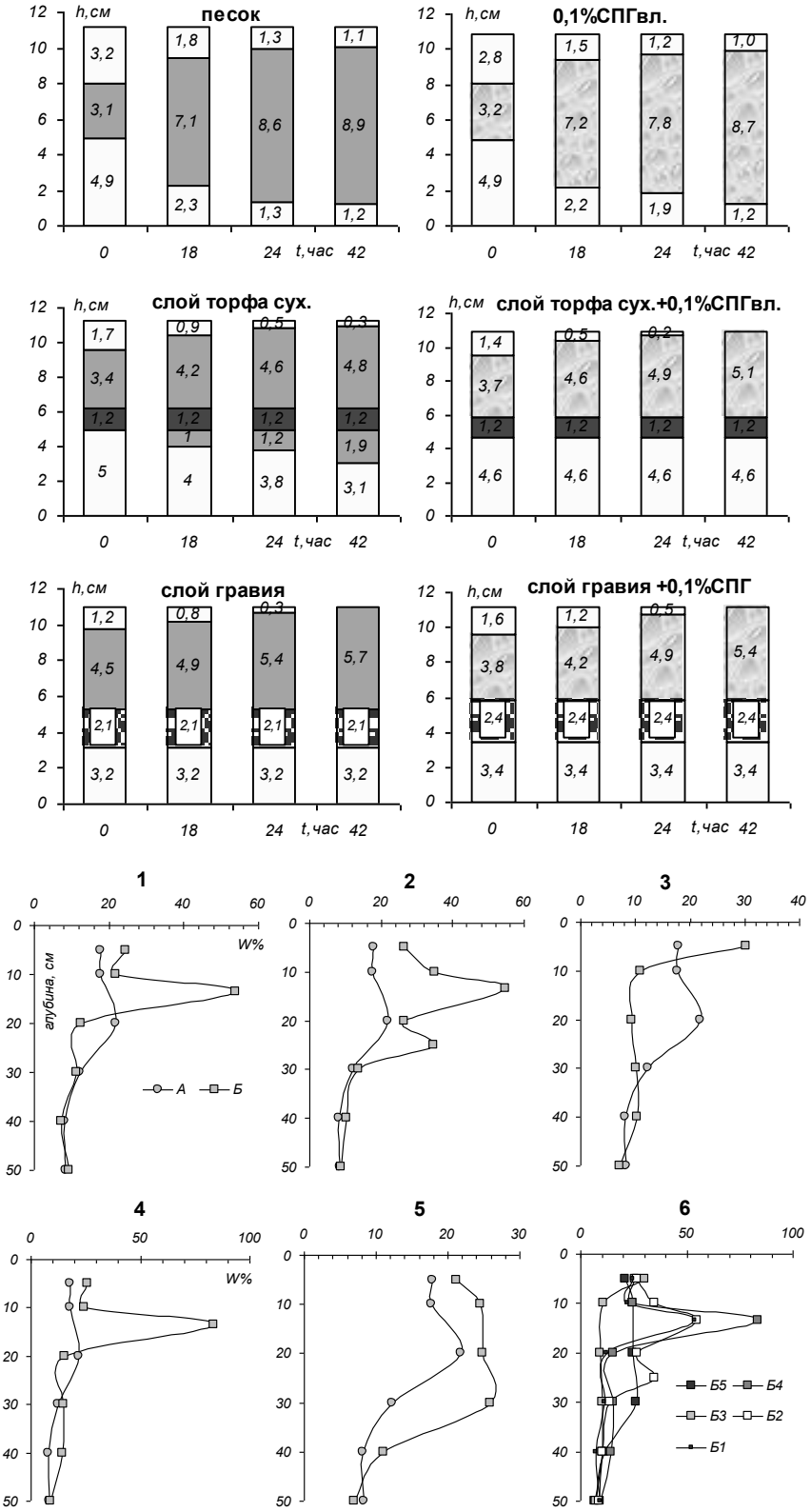


Рисунок 5 – Влагоакккумулятивный эффект от капиллярных барьеров.
Вверху: динамика капиллярного рассасывания влаги в аридной пылевато-песчаной почве (О.А.Э.) с прослоями СПГ, торфа и щебня: h, см – мощности исходных слоёв и последующих фронтов впитывания;
Внизу: распределение полевой влажности (*W*%) после гравитационного оттока в слоистых почвенных конструкциях: *А* – контроль (дерново-подзолистая почва); *Б* – почвенные конструкции с послоями торфяного почвомодификатора: № 1, 2 – торфяной почвомодификатор 1 и 2-го слоя; № 3, 5 – щебня, № 4 – торфа и щебня, № 3, 5 – щебня (по [2, 10])

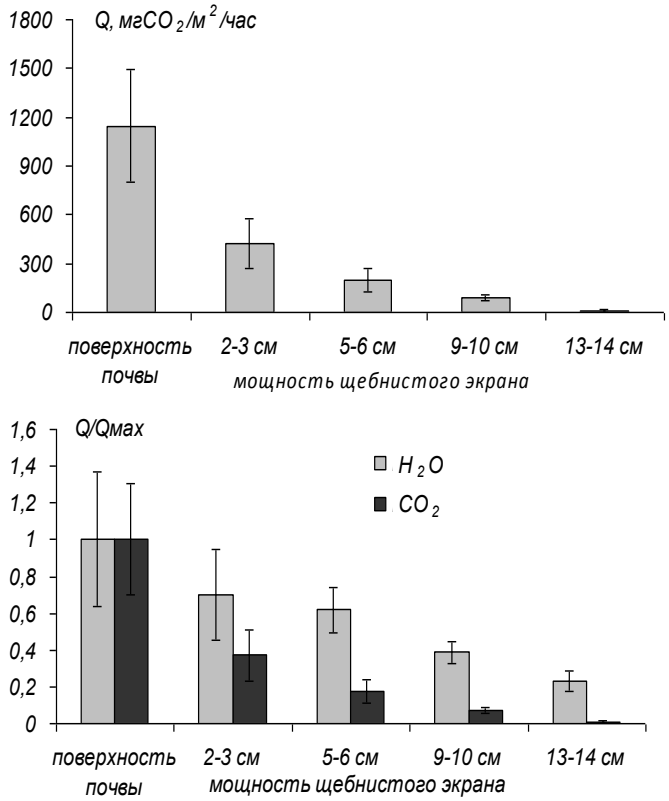


Рисунок 6 – Экспериментальные исследования влияния щебнистых экранов на эмиссию газообразных веществ поверхностью почвы (по [2]): Q/Q_{MAX} – величина газового потока с поверхности относительныо максимального значения при отсутствии экрана.

В завершение отметим еще одну интересную особенность совершенных капиллярных барьеров при их расположении не в подпочве, а на поверхности почвенного тела, а именно – резкое сокращение физического испарения почвенной влаги и эмиссии парниковых газов [2, 3]. Такой эффект известен в агрофизике и ландскейпинге, и он лежит в основе технологии мульчирования поверхности почвы. Нам удалось оценить его количественно в зависимости от мощности мульчирующего (экранирующего) слоя с нулевой капиллярностью [2, 3]. Как показыват эксперименты (рисунок 6), эффект снижения скорости испарения и эмиссии диоксида углерода (дыхания почвы) в зависимости от мощности экранирующей толщи (H) не линеен и подчиняется экспоненциальной зависимости вида Q/QMAX=exp(-kH). В рассматриваемом примере константы (k) при экспоненте варьируют от 0,1 (испарение) до 0,3 (дыхание) см-1, что соответствует характерной мощности барьера для 50 % снижения газообмена с атмосферой в 2 см (дыхание) – 7 см (испарение). Для полного (95 %) подавления процессов требуются соответственно экраны мощностью 10–30 см. Значительные различия в оцениваемых выше характерных показателях для процессов испарения и дыхания, по-видимому, связаны с неодинаковым соотношением вкладов диффузионного (движение в газообразном состоянии) и конвективного капиллярного (массоперенос воды и растворенного диоксида углерода) транспорта, что потребует дальнейшего количественного изучения.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 19-29-05006\19).

ЛИТЕРАТУРА

1. Белюченко И. С. Анализ данных и математическое моделирование в экологии и природопользовании / И. С. Белюченко, А. В. Смагин, Л. Б. Попок, Л. Е. Попок. – Краснодар : Изд-во КубГАУ. – 2015 –312 с.

2. Смагин А. В. Теория и практика конструирования почв / А. В. Смагин. – М. : Изд-во Моск. Ун-та. – 2012 – 544 с.

3. Смагин А. В. Грубодисперсные экраны и покрытия в городском конструировании почв / А. В. Смагин, Н. Б. Садовникова, М. А. Сидорова, Н. Н. Чурбанова // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства. – Краснодар : КубГАУ, 2012. – С. 428–434

4. Al-Ismaily S. S. Morphed block-crack preferential sedimentation in a reservoir bed: a smart design and evolution in nature / S. S. Al-Ismaily, A. K. Al-Maktoumi, A. R. Kacimov, S. M. Al-Saqri, H. A. Al-Busaidi, M. H. Al-Haddabi // Hydrological Sci. J. – 2013. –V. 58. – № 8. – P. 1779–1788.

5. Al-Maktoumi A. K. Soil substrate as a cascade of capillary barriers for conserving water in a desert environment: lessons learned from arid nature / A. K. Al-Maktoumi, S. S. Al-Ismaily, A. R. Kacimov, H. A. Al-Busaidi, S. M. Al-Saqri, M. H. Haddabi // J Arid Land. – 2014. – V. 6. – № 6. – P. 690–703 doi: 10.1007/s40333-014-0068-7

6. Smagin A. V. Column-Centrifugation Method for Determining Water Retention Curves of Soils and Disperse Sediments / A. V. Smagin // Eur. Soil Sci. – 2012 – V. 45. – P. 416–422. DOI: 10.1134/S1064229312040126

7. Smagin A.V. Thermogravimetric Determination of Specific Surface Area for Soil Colloids. // A. V. Smagin / Colloid J. – 2016 – V. 78. – P. 391–396. DOI: 10.1134/S1061933X16030170

8. Smagin A. V. AridGrow- Ideal Soil System / A. V. Smagin, S. A. Shoba, R. R. Kinjaev et al. – M-Manama. MSU-press. – 2005 – 144 p.

9. Smagin A. V. Criteria and methods to assess the ecological status of soils in relation to the landscaping of urban territories / A. V. Smagin, N. A. Azovtseva, M. V. Smagina // Eur. Soil Sci. – 2006 – V. 39. – P. 339–551. DOI: 10.1134/S1064229306050115

10. Smagin A. V. Gravity Factor of the Formation of the Field and Capillary Water Capacities in Soils and Artificial Layered Soil-Like Bodies / A. V. Smagin, G. M. Khakimova, D. A. Khineeva, N. B. Sadovnikova // Eur. Soil Sci. – 2008 – V. 41. – P. 1189–1197 DOI: 10.1134/S1064229308110070

11. Smagin A. V. Creation of Soil-Like Constructions / A. V. Smagin, N. B. Sadovnikova //Eur. Soil Sci. – 2015 – V. 48. – P. 981–990. DOI: 10.1134/S1064229315090100

12. Smagin A. V. Biodegradation of Some Organic Materials in Soils and Soil Constructions: Experiments, Modeling and Prevention / A. V. Smagin, N. B. Sadovnikova, V. I. Vasenev, M. V. Smagina // Materials. – 2018 –V. 11 (10), 1889: 1–22. DOI: 10.3390/ma11101889

13. Smagin A. V. Synthetic gel structures in soils for sustainable potato farming / A. V. Smagin, N. B. Sadovnikova, M. V. Smagina // Scientific Reports. – 2018 – V. 9. ID 18588 DOI: 10.1038/s41598-019-55205-8

УДК 633.18: 631.48

АГРОГЕННАЯ ЭВОЛЮЦИЯ ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЕМНОЙ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ РИСОСЕЯНИЯ

Гуторова Оксана Александровна, *кандидат биологических наук, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», Краснодар; ведущий научный сотрудник отдела прецизионных технологий, ФГБНУ "Федеральный научный центр риса", **Россия**, Краснодар, oksana.gutorova@mail.ru*

Шеуджен Асхад Хазретович, *доктор биологических наук, профессор, академик РАН, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», **Россия,** Краснодар; ФГБНУ "Федеральный научный центр риса", **Россия**, Краснодар, ashad.sheudzhen@mail.ru*

Использование лугово-черноземной почвы под бессменное возделывание риса привело усилению в ней гидроморфных признаков, вымыванию карбонатов, повышению плотности пахотного и подпахотного горизонтов, уменьшению содержания общего гумуса и азота, поглощенных катионов кальция, калия и увеличению обменного магния в почвенно-поглощающем комплексе.

Ключевые слова: лугово-черноземная почва, бессменный рис, морфология почвы, физические свойства почвы, химические свойства почвы.

AGROGENOUS EVOLUTION OF MEAD BLACK-EARTH SOIL UNDER CONDITIONS OF FERRY

Gutorova O. A., Sheudzhen A. Kh.

The use of meadow chernozem soil for permanent rice cultivation led to an increase in hydromorphic traits in it, leaching of carbonates, increasing the density of arable and subsurface horizons, a decrease in the content of total humus and nitrogen, absorbed cations of calcium, potassium and an increase in metabolic magnesium in the soil-absorbing complex.

Keywords: meadow chernozem soil, permanent rice, soil morphology, physical properties of the soil, chemical properties of the soil.

Возделывание риса вызывает коренные изменения в направленности почвообразовательных процессов и характере гидрологической обстановки. В течение вегетационного периода почвы находятся под слоем воды, свободный кислород постепенно расходуется, аэробные процессы затормаживаются и происходит усиление анаэробных. Для них характерно устойчивое восстановительное состояние в течение 4–5 месяцев. Эти условия определяют специфическое направление химических, физико-химических, биологических и биохимических свойств, что, прежде всего, выражается в развитие ряда процессов, которые отсутствуют или слабо выражены в окультуренных почвах оптимального увлажнения. И независимо от исходного генезиса почв культура риса предопределяет развитие в них элювиально-глеевых процессов, которые усиливаются с длительностью её возделывания [1, 2, 6, 7].

Цель работы – изучить изменения морфологических, физических и химических свойств лугово-черноземной почвы в условиях бессменного возделывания риса.

Исследования проводились на рисовой оросительной системе ФГУ ЭСП "Красное" Красноармейского района Краснодарского края (с 2019 г. ФГБУ ЭСОС "Красная"). В пределах рисовой оросительной системы, функционирующей с 1937 г., на участке лугово-черноземной почвы бессменного посева риса с интервалом 12 лет были заложены почвенные разрезы. Исследование включало проведение профильно-морфологического и аналитических анализов по общепринятым методикам [3–5].

Исследования показали, что в условиях бессменного посева риса в обильном количестве представлены соединения железа в виде ржавых и охристых пятен, примазок, прожилок ржавчины. В окраске почвы проявляется сизоватый оттенок, выделяются угольно-черные пятна от сульфидных соединений. Почва с поверхности сильно уплотнена, особенно подпахотный горизонт, мощность которого увеличилась на 3 см в результате подвижности органических веществ. Ежегодное затопление рисового поля привело к разрушению зернисто-комковатой структуры верхних горизонтов с преимущественным образованием комковатых и глыбистых отдельностей. Отмечено смещение глубины вскипания от действия соляной кислоты вниз по профилю почвы (на 7–10 см) вследствие выщелачивания карбонатов.

Морфологическое описание почвы, 2016 г.:

$A_{пах}$ (0–20/20 см) – влажный, темно-серый с сизоватым оттенком, зернисто-комковатый в слое 0–10 см и комковатый 10–20 см, уплотненный, тяжелосуглинистый, трещиноватый, обилие прожилок ржавчины, выделение MnO в виде черных точек, угольно-черных пятен от сульфидов, червороины, растительные остатки, не вскипает от соляной кислоты, переход постепенный.

A (20–40/20 см) – влажный, темно-серый с бурым и сизоватым оттенком, глыбистый, плотный, глинистый, обилие охристых и ржавых пятен, прожилок ржавчины, черных точек MnO и сульфидных угольно-черных пятен, глубокие трещины по горизонту, переход заметен по окраске.

AB_1 (40–75/35 см) – влажный, серый с бурым оттенком, неяснокомковатый, тонкослабопористый, глинистый, уплотненный, охристые пятна, марганцевые черные точки, глинистые потеки, белоглазка с 63 см, сплошное вскипание от 10 %-ной HCl с 77–80 см, переход заметный по окраске.

AB_2 (75–108/33 см) – сырой, грязно-бурый с темными затеками гумуса, бесструктурный, уплотненный, легкосуглинистый, охристые пятна, белоглазка, равномерно и сильно вскипает от 10 %-ной HCl, переход заметный.

В (108–130/22 см) – сырой, грязно-бурый с темными пятнами, бесструктурный, среднесуглинистый, уплотненный, охристые пятна, белоглазка, журавчики, равномерно и сильно вскипает от 10 %-ной HCl, переход заметный.

С (130–160/30 см) – мокрый, палевый, бесструктурный, уплотнённый, среднесуглинистый, бурно вскипает от 10 %-ной HCl. Грунтовые воды залегают на глубине 150 см.

Выращивание риса бессменно с 1937 года сильно отразилось на гумусном режиме лугово-чернозёмной почвы. В ней сильно выражены процессы дегумификации (содержание гумуса за 12 лет снизилось с 2,88 до 2,27 % на фоне его фульватизации – $C_{гк}$: $C_{фк}$=0,84), при этом восстановительные процессы при ежегодном постоянном затоплении развиваются за счет минерализации запасов гумуса. Потери гумуса составили 0,61 % (23,43 т/га), ежегодные потери 0,05 % (1,95 т/га), содержание общего азота снизилось на 0,050 %, или в 1,5 раза, при увеличении отношения C: N с 12 до 15. Содержание подвижных фосфора и калия уменьшилось на 31 и 15 % соответственно. Почва через 12 лет из разряда низкой по обеспеченности подвижным фосфором стала очень низкой. Сумма обменных оснований сократилась в результате снижения в почвенно-поглощающем комплексе (ППК) долей содержания катионов Ca^{2+} (с 69,81 до 63,34 %) и K^{+} (с 2,84 до 2,34 %) на фоне увеличения доли обменного магния с 23,27 до 29,25 % от суммы. Особенно заметные изменения в ППК произошли в подпахотном горизонте, что отразилось на физическом состоянии почвы, обладающей большой плотностью сложения (1,60 г/см^3) и чрезмерной низкой пористостью (41,4 %). Плотность подпахотного горизонта увеличилась на 13,5 %, или ежегодно на 1,12 % (0,016 г/см^3), общая пористость уменьшилась на 6,4 %.

Наблюдения за динамикой содержания карбонатов в лугово-черноземной почве позволили выявить общую закономерность независимо от периода исследований – их выщелачивание из пахотного и накопление в нижних горизонтах. Через 12 лет в пахотном горизонте отмечены значимые ($p < 0,05$) изменения pH на 0,49 ед. и содержания $CaCO_3$ с 0,44 до 0,25 % , в горизонте **А** – на 0,29 ед. и с 0,62 до 0,50 %, в горизонте **AB_1** – на 0,35 ед. и с 0,71 до 0,60 % соответственно. В нижних слоях карбонаты накапливались с 1,86–7,07 до 2,04–7,14 % $CaCO_3$.

Таким образом, бессменное возделывание риса привело к значительной трансформации свойств лугово-черноземной почвы: усилению в ней гидроморфных признаков, вымыванию карбонатов, повышению плотности пахотного и подпахотного горизонтов, уменьшению содержания общего гумуса и азота, поглощенных катионов кальция, калия и увеличению обменного магния в ППК.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гуторова О. А. Динамика показателей плодородия лугово-черноземной почвы при длительном возделывании риса / О. А. Гуторова, В. А. Романенков, А. Х. Шеуджен // Агрохимия. – 2019. – № 10. – С. 25–34.

2. Кауричев И. С. Типы окислительно-восстановительного режима почв / И.С. Кауричев // Почвоведение. – 1979. – № 3. – С. 35–45.

3. Практикум по почвоведению / Под ред. И. С. Кауричева. – 3-е изд., перераб. и допол. – М. : Колос, 1980. – 272 с.

4. Розанов Б. Г. Морфология почв : Учебник для высшей школы / Б. Г. Розанов. – М. : Академ. Проект, 2004. – 432 с.

5. Теория и практика химического анализа почв / Под ред. Л. А. Воробьевой. – М. : ГЕОС, 2006. – 400 с.

6. Bahmanyar M. A. The Influence of Continuous Rice Cultivation and Different Waterlogging Periods on Morphology, Clay Mineralogy, Eh, pH and K in Paddy Soils / M. A. Bahmanyar // Pakistan Journal of Biological Sciences. – 2007. – V. 10 (17). – P. 2844–2849.

7. Sheudzhen A. Kh. Agrogenic soil evolution of rice agrolandscapes / A. Kh. Sheudzhen, O. A. Gutorova, E. V. Shein, V. A. Romanenkov // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2019. – Vol. 368. – 012044.

УДК 631.82:633.11«324»]:631.524.84(470.62)

УРОЖАЙНОСТЬ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ В АГРАРНЫХ ЛАНДШАФТАХ КУБАНИ

Али Али Кадем Али, *директор центра развития сельского хозяйства Министерства сельского хозяйства Ирака, аспирант, Кубанского государственного аграрного университета имени И. Т. Трубилина,* ***Россия****, г. Краснодар, ул. Калинина, 13, alikadhim035@gmail.com*

Онищенко Людмила Михайловна, *доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина,* ***Россия****, г. Краснодар, ул. Калинина, 13, onishhenko.l@kubsau.ru*

Шаляпин Владимир Владимирович, *аспирант, Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина,* ***Россия****, г. Краснодар, ул. Калинина, 13, shalyapin-v95@yandex.ru*

Лакиза София Александровна, *аспирантка, Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина,* ***Россия****, г. Краснодар, ул. Калинина, 13, sofiya.lakiza95@mail.ru*

Показано действие минеральной системы удобрения озимой пшеницы, выращиваемой на черноземе выщелоченном по различным предшественникам. На удобренных вариантах урожайность варьировала после подсолнечника – от 4,81 до 6,42 т/га, сои от 4,99 до 5,69 и люцерны – от 5,05 до 7,66 т/га. При внесении $N_{80}P_{60}K_{40}$ была получена наибольшая прибавка зерна – 1,97; 0,89 и 2,5 т/га соответственно по обозначенным предшественникам.

Ключевые слова: пшеница, подсолнечник, соя, люцерна, азот, фосфор, калий, урожай, зерно, чернозем.

WINTER WHEAT YIELD IN DEPENDENCE FROM APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS A0ND PREDATORS IN AGRICULTURAL LANDSCAPES OF KUBAN

Ali Ali Cadhim Ali, Onishchenko L. M., Shalyapin V. V., Lakiza S. A.

The effect of the mineral fertilizer system of winter wheat grown on leached chernozem according to various predecessors is shown. On fertilized options, the yield varied after sunflower from 4.81 to 6.42 t/ha, soybeans from 4.99 to 5.69 and alfalfa from 5.05 to 7.66 t/ha. When N80P60K40 was added, the largest increase in grain was obtained – 1.97; 0.89 and 2.5 t / ha, respectively, according to the designated predecessors.

Keywords. Wheat, sunflower, soybeans, alfalfa, nitrogen, phosphorus, potassium, crop, grain, chernozem.

Озимая пшеница, занимает ведущие позиции среди зерновых культур, высеваемых на планете, благодаря тому, что обилие продуктов питания, изготавливаемых из ее зерна, обладает уникальными вкусовыми качествами. Пшеница выращивается на всех континентах, в том числе и в Ираке. Современный Ирак является одним из центров возделывания этой культуры, которую выращивали со времени Вавилонской империи и царя Хаммурапи (1793–1750 гг. до н. э.), получая самые высокие урожаи пшеницы в мире благодаря благоприятным климатическим условиям.

На сегодняшний день в Ираке наблюдается устойчивое снижение уровня производства пшеницы. Возделывая пшеницу на одном миллионе гектаров, по уровню ее производства, 2,8 млн т зерна в год Ирак, находится на 38-м месте среди стран-производителей. Общий объем импорта достигал 50 % от общей потребности страны в зерне, которая составляет 4,6 млн т в год [1].

В России озимая пшеница, в том числе на Кубани, высевается на площади более 15264 тыс. га и 1452 тыс. га. Валовой сбор зерна составил 52,3 млн т и 8684 тыс. т соответственно. При этом урожайность варьирует от 1,27 до 1,57 т/га по стране, а в регионе при внесении 185 кг/га минеральных удобрений (большей частью азотные) она значительно выше – 62,0 ц/га.

Селекционеры Научного центра зерна им. П. П. Лукьяненко предлагают новые короткостебельные среднерослые сорта пшеницы озимой (Адель, Безостая 100) с высоким генетическим потенциалом по урожайности – 10,0–11, т/га. Но для получения стабильной и приближенной к потенциальным значениям урожайности пшеницы озимой необходимы много-

летние комплексные исследования по установлению факторов, уменьшающих продуктивные возможности этой ценной культуры.

Агроэкологический потенциал Кубани в большинстве сельскохозяйственных лет позволяет получать достаточно высокие урожаи. Однако дефицит осадков, неравномерность их распределения, усиленный расход влаги предшествующими культурами, а также испарение с поверхности почвы вследствие повышенных температур атмосферного воздуха в летние месяцы, суховеи в период налива зерна – существенные факторы определяющие уровень продуктивности озимой пшеницы. Поэтому необходимо выявлять условия для формирования стабильного урожая.

Цель исследований – дать оценку влиянию минеральных удобрений, вносимых в агроценозе озимой пшеницы на черноземе выщелоченном, по различным предшественникам в зернотравяно-пропашном севообороте.

В этой связи нами проведены исследования в многофакторном стационарном полевом опыте в учхозе «Кубань» Кубанского ГАУ. Изучали влияние минеральной системы удобрения в 11-польном зернотравяно-пропашном севообороте. Почва – чернозем выщелоченный слабогумусный сверхмощный легкоглинистый на лессовидных тяжелых суглинках. Нами обобщены данные по урожайности пшеницы озимой в зависимости от используемых минеральных удобрений и различных предшественников – подсолнечника, сои и люцерны [2, 3, 4].

Территория исследований по рельефу – аллювиально-аккумулятивная равнина с покровом лессовидных отложений разной мощности. Почва характеризуются низким содержанием гумуса, но большой мощностью гумусового горизонта. В верхних горизонты (**$A_п$** и **А**) содержание гумуса составляет 2,93–2,84 %, в горизонте **AB_2** – 1,46 %, и горизонте **В** – 1,14 %. Высокий запас его – 341,8 т/га (0–100 см) обеспечивает мощность гумусового горизонта.

Следует отметить, что влияние предшественников на продуктивность озимой пшеницы различное. На естественном уровне плодородия чернозема выщелоченного после подсолнечника и сои получено 4,45 и 4,81 т/га, максимальный урожай зерна был собран после люцерны – 5,16 т/га, что на 0,7 и 0,36 т/га (или на 7,9 и 15,9 %) выше относительно других обозначенных предшественников (таблица 1).

Таблица 1 – Урожайность озимой пшеницы в зависимости от применения минеральных удобрений и предшественников

Норма удобрения, кг д. в. на 1 га	Предшественник			Средняя урожайность по трем предшественникам	Прибавка	
	Подсолнечник (2009–2010,* 2018–2019)	Соя (2010–011, 2011–2012**)	Люцерна (2015–2016)		т/га	% к контролю
Контроль	4,45	4,80	5,16	4,80	–	–
N_{80}	6,08	5,47	7,35	6,30	1,50	31,25
P_{60}	5,32	5,52	6,19	5,68	0,88	18,33
K_{40}	4,81	4,99	5,05	4,95	0,15	3,13
$N_{80}P_{60}K_{40}$	6,42	5,69	7,66	6,59	1,79	37,29
* Шеуджен А. Х., Громова Л. И., Пастарнак Я. Е., 2015 г.; ** Громова Л. И., Пастарнак Я. Е., Осипов М. А., 2012 г.						

После подсолнечника азотные (N_{80}), фосфорные (P_{60}) и калийные (K_{40}) удобрения на посевах пшеницы озимой увеличивали урожайность зерна на 1,65; 0,87 и 0,40 т/га, что выше контроля на 36,6; 19,6 и 8,9 % соответственно. От полного минерального удобрения в дозе $N_{80}P_{60}K_{40}$, получена наибольшая прибавка –1,97 т/га (на 44,3 %). Это цифры свидетельствуют о высокой отзывчивости культуры на использование научно обоснованных доз удобрений, а также о необходимости в настоящее время корректировки использования видов удобрений в связи со сложившимся в сельскохозяйственном производстве растениеводческой продукции неблагоприятным соотношением элементов питания (N : P : K) – 1 : 0,5 : 0,2.

Величина урожая озимой пшеницы была максимальная по предшественнику люцерна. Ценность этого предшественника обусловлена тем, что после ее распашки в почве накапливаются легкоусвояемые формы питательных веществ и остаточные запасы влаги. Применение $N_{80}P_{60}K_{40}$. обеспечивало урожайность зерна озимой пшеницы относительно контроля выше на 2,5 т/га (48,5 %) – она составила 7,66 т/га при окупаемости 1 кг д. в. удобрений зерном озимой пшеницы – 9,3 кг. Азотные (N_{80}), фосфорные (P_{60}) удобрений увеличивали количество зерна

по этому предшественнику на 2,19 и 1,03 т/га, что выше контроля на 42,4 и 19,9 %. Внесение только калийных удобрений в этой норме (K_{40}) не обеспечивает достоверной прибавки, и урожайность на контроле и этом варианте находится в пределах наименьшей существенной разницы. Окупаемость при этом азотных и фосфорных удобрений довольно высокая и составила 27,4 и 17,2 кг. Урожайность пшеницы озимой по предшественнику соя несколько уступает величине урожая по люцерне. Прибавки от азотных (N_{80}), фосфорных (P_{60}) и калийных (K_{40}) удобрений были равны 0,67; 0,72 и 0,19 т/га соответственно. При этом необходимо отметить, что при выращивании пшеницы озимой после сои повышается отзывчивость пшеницы озимой на внесение фосфорных удобрений.

Таким образом, результаты многолетних исследований на стационарном опыте кафедры агрохимии в учхозе «Кубань» устанавливают закономерности действия минеральных удобрений на посевах пшеницы озимой по различным предшественникам. Анализ данных показывает, что в условиях аграрных ландшафтов Кубани наибольшая прибавка зерна наблюдается по люцерне, а затем по подсолнечнику. При внесении азотного удобрения (N_{80}) и полного нормы ($N_{80}P_{60}K_{40}$) прибавка составила 42,4; 48,4 и 36,6; 44,3 % соответственно по обозначенным выше предшественникам.

В настоявшее время на территории Кубани сельхозтоваропоизводители в системе удобрения культур отдают приоритет азотным удобрениям вследствие их высокой окупаемости 1 кг д. в. зерном. При внесении азотных удобрений формируется достаточно высокая урожайность зерна пшеницы озимой, и, как следствие выносится значительное количество других дефицитных элементов питания, что приводит к изменению соотношения элементов минерального питания и проблеме снижения уровня потенциального плодородия почв. В земледелии Краснодарского края, по данным А. Х. Шеуджена, Л. М. Онищенко и С. В. Гаркуши (2017), вынос азота, фосфора и калия возмещается удобрениями на 60; 29 и 22 %. Поэтому применять азотные, фосфорные и калийные удобрения необходимо в строгом соотношении, которое рекомендовано научно-исследовательскими организациями для чернозема выщелоченного – N : P : K = 1 : 0,8–0,9 : 0,5.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аль-Азауи Нагам Маджид Продуктивность и качество зерна современных иракских сортов пшеницы в условиях нечерноземной зоны России / Аль-Азауи Нагам Маджид, О. Г. Семенов, А. А. Терехин // Вестник РУДН. – 2017. – Т. 12. – № 2. – С. 111–120.

2. Громова Л. И. Азотный режим питания под озимой пшеницей при длительном применении удобрений / Л. И. Громова, Я. Е. Пастарнак, М. А Осипов // Энтузиасты аграрной науки : тр. КубГАУ. – 2012. – Вып. 14. – С. 84–93.

3. Онищенко Л. М. Питательный режим чернозема выщелоченного, урожайность и качество зерна озимой пшеницей в условиях Западного Предкавказья / Л. М. Онищенко // Энтузиасты аграрной науки: сб. ст. по материалам Всерос. конф. / отв. за вып. А. Х. Шеуджен. – Майкоп, 2019. – Вып. 20. – С. 74–79.

4. Шеуджен А. Х. Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы, возделываемой после подсолнечника / А. Х. Шеуджен, Л. И. Громова, Я. Е. Пастарнак // Плодородие. – 2015. – № 1 (82). – С. 4–7.

5. Шеуджен А. Х. Баланс биогенных элементов в земледелии Краснодарского края / А. Х. Шеуджен, Л. М. Онищенко, С. В. Гаркуша // Агрохимикаты в XXI веке: теория и практика применения : Материалы междунар. науч. конф. – Н. Новгород : Нижегородская ГСХА, 2017. – С. 150–153.

УДК 633.57.054

РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ В ПОЛУПУСТЫННОЙ ЗОНЕ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Буянкин Виктор Иванович, *кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук»,* ***Россия,*** *г. Волгоград, niiskh@yandex.ru*

Леонтьев Владимир Владимирович, *кандидат технических наук, ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук»,* ***Россия,*** *г. Волгоград, niiskh@yandex.ru*

Рассматривается фактически сложившаяся структура посевных площадей в полупустынной зоне Волгоградской области, характеризующаяся высоким удельным весом зерновых и чистых паров (31,8 %). Монокультура озимых и яровых ранних зерновых не обеспечивает рациональное до использования природных ресурсов. Рассчитаны параметры гидротермической напряженности (ГТК) для сезонов года. Установлена ограниченная вероятность высокой продуктивности агроландшафтов зоны лишь для 27,3 % лет за период с 1998 по 2019 гг. Для большинства лет (45,4 %) с параметрами ГТК для осени менее 0,52 и весны менее 1,18 продуктивность снижалась в 1,6–2,3 раза. Предлагается повысить в структуре посева удельный вес поздних зерновых, а также технических, кормовых однолетних культур и многолетних травосмесей. Посевы последних рассматриваются как звено восстановления плодородия и как переходная стадия к возрождению ботанических ассоциаций степного экотипа на деградированных землях.

Ключевые слова: зона, каштановые почвы, структура посева, чистые пары, зерновые, технические, многолетние травы, осадки, ГТК, продуктивность, агроландшафт.

RATIONAL NATURE MANAGEMENT IN THE SEMI-DESERT ZONE OF THE VOLGOGRAD REGION

Buyankin V. I., Leontiev V. V.

We consider the actual structure of sown areas in the semi-desert zone of the Volgograd region, characterized by a high specific weight of grain and unseeded field (31.8%). A monoculture of winter and spring early grains does not ensure a rational use of natural resources. The parameters of hydrothermal intensity (HTC) for the seasons of the year are calculated. A limited probability of high productivity of agricultural landscapes of the zone was established for only 27.3 years for the period from 1998 to 2019. The productivity decreased by 1.6-2.3 times for most years (45.4%) with HTC parameters less than 0.52 for autumn and less than 1.18 for spring, respectively. It is proposed to increase the share of late grain cultures in the structure of sowing, as well as technical, forage annual crops and perennial grass mixtures. The crops of the latter are considered as a link in the restoration of fertility and as a transition stage to the recovery of botanical associations of the steppe ecotype on degraded lands.

Keywords: zone, chestnut soils, sowing structure, unseeded fields, grains, technical cultures, perennial grasses, rainfall, HTC, productivity, agricultural landscape.

Волгоградская область располагает более 2,6 млн га малопродуктивных природных пастбищ и около 200 тыс. га естественных сенокосов. До начала 90-х годов прошлого века эти площади во многом обеспечивали экономическое положение животноводческой отрасли в области. Только крупного рогатого скота имелось 1522 тыс. голов, в том числе коров – 481 тыс. голов. Производство молока выражалось в объеме 1100 тыс. т в год.

Кормовая база пастбищ и сенокосов поддерживалась структурой посевных площадей на пашне, где 31,0 % отводилось под кормовые культуры, что соответствует 1,4 млн га. Корма выращивались и на большей части орошаемых земель, которые были организованны на 354,0 тыс. га.

Поголовье молочных коров к 2016 г. в области сократилось до 8,3 тыс. год, а производство молока упало до 25,0 тыс. т. Практика использования пашни на основе высокого (30–50 %) удельного веса паров, преимущественно для производства зерна и маслосемян, оказалась несостоятельной и находится в острейшем противоречии как в экономическом, так и экологическом отношении. Особенно это прослеживается в хозяйствах крайне засушливой полупустынной зоны светло-каштановых солонцеватых почв. В этой зоне расположены три муниципальных района Правобережья и пять заволжских районов Волгоградской области.

Районы эти располагают 1290 тыс. га пахотно-пригодных земель, на которых традиционно веками люди занимались мясным животноводством. Земледелие носило очаговый ха-

рактер. Посевы зерновых и масличных культур размещались на понижениях с интразональными темноцветными лугово-степными почвами с повышенным плодородием. Бахчеводство базировалось на легких супесчаных почвах.

В силу социально-экономических причин большая часть ранее пахотных земель – 782 тыс. га – сейчас не используется. К примеру в 2019 г. площади пашни, находящейся в обработке, составляли здесь лишь 508 тыс. га, где 68,2 % отводилось под посевы, а 31,8 % под чистые пары. Высокий удельный вес паров на почвах с исходными запасами гумуса в 1,3–1,6 % предопределяет быструю минерализацию органического вещества и деградацию почвенного покрова.

Структура посевных площадей при этом характеризуется высоким удельным весом озимых и ранних яровых зерновых – 72,0 % от всей посевной площади, и сориентирована лишь на осенние и ранневесенние осадки. Она практически не защищает пользователей от частых засух именно в эти сроки вегетации в условиях полупустыни.

В принятой же структуре посева под засухоустойчивые поздние зерновые (просо, сорго), выполняющих страховую роль для озимых зерновых по парам, отводилось лишь 5,3 % посевных площадей. Около 13,4 % посевной площади было предусмотрено под засухоустойчивые однолетние кормовые культуры. Доля посева культур-фитомелиорантов, восстанавливающих утраченное плодородие, составляет 3,3 % (горчица, нут). В то же время анализ фактически сложившихся метеоусловий, за последние два одиннадцатилетних цикла солнечной активности (1998–2019 гг.) выявил лишь два года с влажной, благоприятной для озимых осенью (таблица 1).

Таблица 1 – Повторяемость типов погоды по увлажненности сезонов года за период 1988–2019 гг.

Тип погоды сезона	Повторяемость типов погоды по сезонам годов		
	Осень (VIII-IX)	Весна (IV-V)	Лето (VI-VII)
Влажный	2	11	2
Среднеобеспеченный	7	3	7
Сухой	13	8	13

Семь раз осень складывалась на уровне среднемноголетней обеспеченности осадками, что не всегда обеспечивало полноценные всходы озимых по парам. Значительно чаще (13 лет) складывалась засушливая погода при гидротермическом коэффициенте августа и сентября от 0,1 до 0,4, когда всходы озимых зерновых получить невозможно. Сопоставление полученной в эти годы урожайности различных групп полевых культур (озимые, яровые ранние, яровые поздние и многолетние травы) позволило выявить вероятность получения разного уровня продуктивности культур в зависимости от складывающихся метеоусловий осени и весны.

Высокий уровень урожайности озимых зерновых (3,5–5,5 т/га) и яровых зерновых (1,5–2,5 т/га) по парам был возможен лишь в шести годах из 22, что составляет 27,3 % от всех лет (таблица 2). Этот уровень продуктивности достигался лишь на фоне влажной или среднеувлажненной осени при сочетании с аналогичной погодой весенних месяцев. Параметры гидротермического коэффициента (ГТК) осени в эти годы составляли 0,52–0,93, а весны – от 0,98 до 1,47.

Таблица 2 – Зависимость уровня урожайности полевых культур от увлажненности (ГТК сезонов года в период с 1998 по 2019 гг.).

Уровень и параметры урожайности, т/га	Вероятность уровня урожайности, %	Среднее значения ГТК по сезонам года			Годы и их количество
		осень	весна	лето	
Высокий уровень: – озимые по парам (3,5–5,5) – яровые по зяби (1,5–2,5)	27,3	0,52	1,18	0,30	6 лет: 2001, 2002, 2004, 2005, 2006, 2017
Средний уровень: – озимые по парам (1,5–3,4) – яровые по зяби (0,7–1,4)	45,4	0,40	0,73	0,41	10 лет: 1999, 2000, 2003, 2008, 2009, 2010, 2013, 2014, 2018, 2019
Низкий уровень: – озимые по парам (0,6–1,4) – яровые по зяби (0,2–0,6)	9,1	0,20	0,85	0,70	2 года: 2007, 2016
Очень низкий уровень урожайности – менее (0,2–0,5), гибель посевов	18,2	0,34	0,52	0,45	4 года: 1998, 2011, 2012, 2015

При снижении нижнего порога увлажненности осеннего и весеннего сезонов продуктивность обеих групп зерновых по чистым парам снижалась в 1,6–2,3 раза по сравнению параметрами высокого уровня урожайности. Кроме того, выявлена существенная вероятность (18,2 %) наступления годов с очень низкой продуктивностью по парам и зяби – 0,1–0,5 т/га, и даже гибелью посевов.

Эта особенность климата полупустынной зоны предопределяет увеличение удельного веса в структуре посева яровых ранних и яровых поздних зерновых, а также крупяных, технических культур со стержневым типом корневой системы, не нуждающихся в весенних осадках для своего развития и отличающихся повышенной жаро-засухоустойчивостью. Однако наиболее приспособленным агроценозом к условиям полупустыни необходимо признать посев многолетних кормовых злакобобовых смесей.

Практика и научные данные второй половины прошлого века свидетельствуют, что удельный вес посевов многолетних трав в структуре площадей сухостепной и полупустынной зон может быть доведен до 25–30 % и более от всей пашни [1].

Продолжительность пользования посевами многолетних трав здесь не удавалось продлить более 5–6 лет, так как продуктивность угодий резко снижалась и массивы распахивались под зерновые. Дефицит семян трав и трудности в получении их полноценных всходов объективно мешали достижению отмеченных рубежей. В Волгоградской области в начале 90-х годов сеянные травостои многолетних трав размещались лишь на 203,0 тыс. га [2,3].

Современные технологии посева и ухода за многолетними травами гарантируют увеличение срока их использования до 25 лет и более [4]. Продуктивность таких посевов может поддерживаться на уровне 20,0–25,0 ц/га высококачественного сена [5]. В исследованиях Нижне-Волжского НИИСХ в 2011–2014 гг. установлена высокая отзывчивость посевов житняка 13–18-летнего возраста на чизелевание дернины на глубину 0,32–0,35 м орудием ОЧО-5–40 в комплексе с азотной подкормкой (таблица 3).

Таблица 3 – Эффективность чизелевания дернины житняка посева 2001 г. (с внесением N 33 кг/га д. в.).

Варианты	Урожайность сена по годам (ц/га)						В среднем за 5 лет (ц/га)
	2011	2012	2013	2014	2015	2019	
Контроль (без обработки)	13,0	4,4	15,5	4,9	13,2	22,8	12,3
Чизелевание ОЧО-5-40 на 0,32–0,35 м через 1,6 м + (азотные удобрения)	30,7	8,3	31,7	6,2	21,5	27,1	20,9

Предложенный комплекс культурно-технических работ на старовозрастных посевах трав не только повышал урожайность сена, но и омолаживал дернину злаков, восстанавливая репродукционную способность культуры с получением полноценного семенного материала. Урожайность семян житняка (ц/га) составляла на контроле в благоприятные (2011, 2013, 2019 гг.) 1,3; а в обычные и засушливые годы – до 0,2. На варианте чизелевания – от 0,5 в сухие годы и до 4.4 ц/га во влажные благоприятные годы.

При этом было установлено, что благодаря чизелеванию прекращается сток талых вод и достигается их полное впитывание на глубину более 1 м. Повышенные запасы продуктивной влаги, лучшее развитие корневой системы и надземной массы обеспечивают прирост органического вещества на 2,0 т/га, о чем уже докладывалось здесь на предыдущей конференции.

Отметим лишь, что положительные результаты получены на фоне снижения техногенного воздействия машинотракторного агрегата на структуру почвы пахотного горизонта. Предлагаемые приемы омолаживания старовозрастных посевов злаковых трав отличаются малозатратностью и высокой производительностью (таблица 4).

В настоящее время посевы многолетних трав в Волгоградской области составляют лишь 52,8 тыс. га, в том числе на светлокаштановых почвах зоны – 29,6 тыс. га. Эти площади могут играть важную роль для воспроизводства дорогостоящего семенного фонда житняка и волоснеца. Исследования показали, что проведение комплекса культурно-технологических меро-

приятий с чизелеванием и минеральными подкормками на 1 га посевов житняка гарантирует получение кондиционного посевного материала, достаточного для залужения 15–50 га новых сельскохозяйственных угодий.

Таблица 4 – Производительность машинотракторного агрегата в составе (МТЗ 1221 + ОЧО-5–40) и расход топлива при чизелевании дернины злаковых трав светлокаштановых почв на глубину 0,35 м (2011–2013 гг.).

Показатели	Параметры показателей при междуследии (м)	
	0,8	1,6
Производительность агрегата, га/час	1,3	2,4
Скорость движения агрегата, км/ч	5,40	6,36
Расход топлива, кг/га	11,45	5,42

Проблема семян многолетних трав в регионе особенно обострилась в последние годы. Бессистемная пастьба скота привела к сильнейшей деградации пастбищной растительности. Генетический семенной фонд агроландшафтов с высокоценными в кормовом отношении аборигенными травами оказался подорванным при одновременном расселении сорных, вредных, ядовитых или просто эфемерных видов местной флоры. Эти виды препятствуют восстановлению ценных многолетних кормовых растений прежней степной флоры, таких как овсяница овечья, волоснец, кострец безостый, виды ковыля, астрагалы, донник, жёлтогибридная люцерна, а также других видов кормовых растений. Для возрождения степей у нас катастрофически не хватает природного семенного материала типичных многолетников разных семейств.

Поэтому сохранившиеся посевные площади сеяных многолетних трав нами рассматриваются как источник семян культурных трав и как плацдарм для расселения диких ценных кормовых растений, определяющих облик степей. Наблюдения свидетельствуют, что именно на полях многолетних трав, примыкающим к балкам, опушкам лесополос, межевым границам землепользования, водоохранным зонам степных рек, озер, на 7–10-й год после залужения появляются все типы и виды зональной степной растительности. В последующие же годы продолжается дальнейшее расселение их в злаковом травостое за счет самосева.

Совместно с ученым соседнего Казахстана нами предпринимались попытки обогащения злакового старовозрастного травостоя семенного житняка с помощью подсева семян культурных бобовых растений (эспарцет, донник, люцерна) после чизельной обработки дернины. Положительный результат был достигнут лишь один раз (2016 г.), благодаря совпадению срока посева трав с длительной благоприятной дождливой весенней погодой.

В иных условиях всходы бобовых не выдерживают конкуренции злаков и погибают уже в первый год жизни. Искусственный подсев семян бобовых, а также семян видов других семейств нуждается в разработке новой технологии, позволяющей внедрять в имеющийся искусственный злаковый травостой или природный деградированный стеблестой пастбищ семенной посадочный материал культурных многолетних растений других семейств степного экотипа.

Заключение

1. Особенностью природопользования в сельскохозяйственных предприятиях полупустынной зоны Волгоградской области является высокий удельный вес чистых паров, а также посевов озимых и яровых зерновых культур. Принятая в практике структура посева в зоне сориентирована лишь на осенние и ранневесенние осадки и не защищает экономику хозяйств от засушливой погоды в условиях полупустыни.

2. Главным недостатком используемой структуры посевных площадей в полупустынной зоне является ее несоответствие особенностям выпадающих осадков по сезонам года и фазам развития полевых культур разных типов.

3. Повторяемость влагообеспеченной погоды осенью составляет лишь 2 года, весны – 11 лет из 22. Повторяемость же засух по осени – 13, весны – 8 лет.

4. Сопоставление особенностей погоды и продуктивности полевых культур при зерно-паровом трехпольном чередовании выявляет вероятность получения высокого уровня уро-

жайности озимых – 3,5–5,5, яровых – 1,5–2,5 т/га и зерновых по парам лишь в 27,3 % изучаемых лет. Этот уровень достигается при параметрах гидротермического коэффициента осеннего сезона от 0,52 до 0,93, а весны – 0,98–1,47.

5. При снижении нижнего порога увлажненности осеннего и весеннего периодов продуктивность зерновых по парам снижалась в 1,6–2,3 раза, что отмечалось в 45,4 % всех лет.

6. Выявлена высокая вероятность (18,2 %) наступления годов с низкой и очень низкой продуктивностью по парам, вплоть до гибели посевов, при параметрах ГТК осени 0,2–0,3, весны – ниже 0,52.

7. Предлагается в структуре посева увеличить удельный вес яровых ранних зерновых по парам и зерновых поздних по зяби, а также технических масличных засухоустойчивых культур (горчица, сафлор и др.). Наиболее приспособленным агроценозом для зоны остаются посевы многолетних злаково-бобовых травосмесей.

8. Предлагаются приемы повышения продуктивности агроландшафтов с многолетними травами путем омолаживания травостоя с одновременной их минеральной подкормкой и специальной технологией подсева семян многолетних трав других ботанических семейств.

9. Существующие посевные площади трав в зоне (29,6 тыс. га) играют важнейшую роль первичных очагов восстановления природного травостоя на деградированных бессистемной пастьбой скота сенокосах и пастбищах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Система ведения сельского хозяйства в Западно-Казахстанской области. – Алма-Ата, 1958. – С. 123–133.

2. Научно-обоснованные системы сухого земледелия Волгоградской области на 1986–1990 гг. – г. Волгоград : Нижне-Волжское кн. издательство, 1996. – С. 266.

3. Кононов В. М. Кормопроизводство на неорошаемых землях Нижнего Поволжья / В. М. Кононов. – Волгоград : Комитет по печати, 1995. – С. 288.

4. Беляков А. М. Повышение эффективности адаптивно-ландшафтного земледелия в условиях рынка / А. М. Беляков, В. И. Буянкин, О. Н. Гурова, П. А. Смутнев // Земледелие. – № 1. – 2011. – С. 6–9.

5. Буянкин В. И. Эффективность совмещенных посевов многолетних трав и способы повышения их долголетия и продуктивности / В. И. Буянкин // Проблемы рекультивации отходов быта промышленного и сельскохозяйственного производства : Материалы V Междунар. науч. эколог. конф., посвященной 95-летию Кубанского ГАУ. – Краснодар : Изд-во КубГАУ, 2017. – С. 36–42.

6. Беляков А. М., Буянкин В. И., Леонтьев В. В. Патент РФ №2530990, на изобретение «Способ восстановления продуктивности многолетних злаковых трав в зоне каштановых почв», зарегистрирован в Государственном реестре изобретений РФ от 20 августа 2014 г.

УДК 631.879.42

УСТОЙЧИВОСТЬ АГРАРНЫХ ЛАНДШАФТОВ И МЕХАНИЗМЫ ИХ РАЗВИТИЯ

Белюченко Иван Степанович, *доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»,* ***Россия****, 350044, Краснодар, ул. Калинина, 13, bioeco@inbox.ru*

В статье рассматриваются взаимоотношения человека и природы, приводятся этапы эволюционного формирования ландшафтов и условия их устойчивости. С возникновением человека и появлением земледелия как важнейшей сферы его хозяйственной деятельности многие природные ландшафты были преобразованы в аграрные, что негативно сказалось на состоянии природы. Однако агроландшафты в наибольшей степени испытывают антропогенное влияние. Будучи весьма важным и необходимым для человека, сельское хозяйство стало одним из самых вредных производств как для природы, так и для человека; т. к. именно сельское хозяйство наиболее близко и к природе и к насущным потребностям людей. В борьбе за количество продукции распахивали все земли, которые были анклавами естественной растительности, сдерживали эрозионные процессы и поддерживали чистоту и полноводье рек. Например, на Кубани степная часть распахана на 90 %, загрязнены и потеряли свое природное назначение степные речки. Резко возросла интенсивность водной и ветровой эрозии. Последняя проблема усугубляется старением и отсутствием должного внимания к созданию новых лесных полос, функциональная роль которых в агроландшафтах подчеркивается в трудах В. В. Докучаева (1892), Т. Д. Лысенко (1949) и других авторов. Однако стареющие лесополосы теряют свои функции и не могут обеспечить даже минимум природного разнообразия. Основной блок агроландшафта – это почва, как результат длительного воздействия климатических условий и биоты, в частности деятельности микроорганизмов, оказалась заложником интенсивной химизации сельского хозяйства и применения сельскохозяйственной техники. Негативные явления, такие как снижение плодородия почв, количества гумуса в них, а также уплотнение и нарушение их структуры, отрицательно сказались на экологических функциях почв и плодородии агроландшафтов.

Ключевые слова: природные экосистемы, агроландшафты, загрязнение окружающей среды, пути сохранения функций агроландшафтов, экологически безопасная продукция.

SUSTAINABILITY OF AGRICULTURAL LANDSCAPES AND THEIR DEVELOPMENT MECHANISMS

Belyuchenko I. S.

The relationship between man and nature is considered in the article, the stages of the evolutionary formation of landscapes and the conditions for their stability are given. Many natural landscapes were transformed into agrarian landscapes with the advent of man and agriculture as the most important sphere of his economic activity. This negatively affected the state of nature. However, agrolandscapes are most affected by anthropogenic impact. Agriculture has become one of the most harmful industries for both nature and humans. Agriculture is closest to both nature and the basic needs of man. All lands that were enclaves of natural vegetation, restrained erosion processes and maintained the purity and high water of the rivers, plowed up. For example, in the Kuban the steppe part is plowed 90%, the steppe rivers are polluted and have lost their natural purpose. The intensity of water and wind erosion has increased dramatically. The latter problem is aggravated by aging and lack of attention to the creation of new forest belts, the functional role of which in agrolandscapes is emphasized in the works of V.V. Dokuchaev (1892), T.D. Lysenko (1949) and other authors. Old forest belts lose their functions and cannot provide even a minimum of natural diversity. The main block of agrolandscape is the soil. This was held hostage to the intensive chemicalization of agriculture and the use of agricultural machinery. Negative phenomena (decrease in soil fertility, the amount of humus in them, compaction and violation of their structure) negatively affected the ecological functions of soils and the fertility of agrolandscapes.

Key words: natural ecosystems, agrolandscapes, environmental pollution, ways to preserve the functions of agrolandscapes, environmentally friendly products.

Человек и природа. Различные отходы производства и потребления (органические, минеральные и органоминеральные) влияют на эволюцию экосистем и приводят первоначально к трансформации природных ландшафтов, а с увеличением населения планеты эти изменения существенно затрагивают относительно небольшую, но очень чувствительную часть биосферы – почвенный покров. Действия современности человека настолько «подгоняют» природные системы под свои интересы, что неизбежно возникают глубокие противоречия

общества и природы. Давление человека на природу увеличивается в разы по сравнению с природными явлениями, обусловленными наводнениями, заилением рек, береговыми нарушениями, пожарами и другими серьезными экологическими процессами. Взаимодействие человека и природы год от года становится все более разрушительным, что вызвано возрастанием численности населения, которое, по оценке многих ученых, превышает экологически обусловленную емкость среды. Усиление хозяйственной деятельности человека существенно увеличивает масштабы использования природных ресурсов и сокращает их запасы. Предпринимаемые человечеством формы нормирования антропогенного влияния на природу в лучшем случае слегка сдерживают глобальность катастрофы во времени.

Основным фактором и показателем устойчивости биосферы является почва, или почвенный покров, основные функции которой определяют главные механизмы развития экосистем. Именно поэтому почвенный покров рассматривается как серьезная защита от антропогенного давления в общей системе аграрного ландшафта. Сложившаяся сегодня ситуация выявила пагубность и ненужность пятилетних и трехлетних, далеко не научных «проектов» регуляции и контроля за состоянием природных образований, прежде всего почв, воды, биоты. Многочисленные специалисты-экологи, воспитываемые в духе защиты природы, обманывают самих себя и прежде всего окружающую среду, вводя штрафные денежные поборы с организаций, и немалые, создавая видимость улучшения природы. На самом же деле состояние природы ухудшается: гибнут леса, стареют лесные полосы; аграрные ландшафты загрязняют реки, природные угодья, на что указывают достаточно эффективные и точные аналитические методы контроля и оценки содержания различных поллютантов. Данные методы появились 30–50 лет назад, однако получаемые показатели сравниваются с условным уровнем ПДК и другими критериями, давая мало практической информации.

В статье рассмотрены основные вопросы методологии при разработке способов снижения антропогенного влияния за счет формирования на основе различных отходов природного и техногенного происхождения сложных компостов, способных значительно влиять на физические, химические и биологические свойства почвы. Подобные сложные компосты оказывают влияние на различные аспекты нарушенных агроландшафтных и природных систем, включая почвенный и растительный покров, водные и воздушные среды, горные породы и др. Поэтому формирование и применение сложного компоста мы рассматриваем как одно из направлений снижения антропогенного влияния на состояние аграрных систем.

Практически все отходы являются гетерогенными образованиями с двумя и большим числом фаз с развитой поверхностью и классифицируются на истинные растворы, тонкодисперсные коллоидные системы, грубодисперсные (в основном минеральные отходы) и высокодисперсные (органические отходы). По агрегатному состоянию дисперсионной среды и дисперсной фазы среди формирующихся отходов можно выделить следующие системы: 1) газодисперсные (аэродисперсные) с газовой дисперсной средой (пыль, туман, дым, порошки и др.); 2) жидкие дисперсные среды и дисперсные фазы (глубокодисперсные суспензии, эмульсии и пасты); 3) тонкодисперсные газы и гели; 4) твердые дисперсные среды (кристаллическое тело) с включением мелких твердых частиц (мел, галит, пузырьки газа).

Минеральные отходы характеризуются большой гетерогенностью гранулометрического состава, физической и химической стабильностью с сохранением физико-химических свойств вследствие слабой их растворимости, что связано с длительным геологическим периодом формирования минералов из группы осадочных пород.

Сложный компост формируется за счет комплексирования соединений минеральных и органических коллоидов, создания новых круговоротов биогенов, усиления ферментативной активности органических веществ и дыхания живых организмов, возникновения газообразных соединений, особенно азотных, а также за счет расширения экологических ниш. Численность микробных сообществ является показателем уровня трансформации органического вещества и активности сообществ живых организмов.

По своему составу сложный компост представляет собой трехфазную систему, создающую среду обитания для большого числа групп организмов, в том числе для бактерий, грибов, актиномицетов, микро- и мезофауны и других таксонов. Субстрат сложного компоста, по сути, аналогичен высокопродуктивной почве, но от неё отличается некоторыми улучшенными условиями для жизни многих видов и их популяций, формирующих разнообразные микросообщества. Субстрат сложного компоста выделяется значительным физическим, хи-

мическим и биологическим разнообразием, способствующим сосуществованию различных по функциям популяций живых организмов, которые находят в таком субстрате множество разнообразных новых экологических ниш, различающихся своим химизмом.

Специализация вида по питанию, использованию пространства и другим условиям жизнеобеспечения приводит к сужению экологической ниши, а эврибионтность вида – к расширению. На сужение или расширение экологической ниши сильное влияние оказывают хищники и конкуренты. С возрастом растения интенсивнее преобразуют среду обитания, переход их в генеративную фазу расширяет круг консортов, меняет размеры и напряженность фитогенного поля.

Сложный компост – это направление в практической экологии и земледелии, определяющее создание комплексных смесей различных отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства, а также природных материалов для обогащения почв, воды и воздуха органическими и минеральными дисперсно-коллоидными системами с целью совершенствования их физико-химических и биолого-экологических функций. По равновесности и устойчивости дисперсные системы сложных компостов разделяются на лиофильные и лиофобные: первые термодинамически равновесные и высокодисперсные, формируются на основе отходов при производстве продукции из природного сырья; вторые – термодинамически неравновесные и обладают большой свободной поверхностной энергией.

В свой состав сложные компосты включают до 10 и больше типов отходов различного органического и минерального происхождения, смесь которых создает весьма эффективные соединения, изменяющие физические, химические и биологические свойства почвы и сохраняющие свою активность в аграрных ландшафтах в течение 5–6 лет. В биомассе сложного компоста доля микроорганизмов за счет органического вещества доходит до значительных величин, что существенно удлиняет в системе продолжительность круговорота азота и углерода. Сочетание и сохранение ресурсов сложного компоста во многом обусловлено непрогнозируемыми факторами среды основных отходов и соотношениями в них C : N и C : P, количеством органического вещества, реальным изменением температуры, количества осадков, а также численностью микроорганизмов.

В формировании почвоподобных структур в сложном компосте большую роль играют мелкие одноклеточные водоросли на кислых субстратах (фосфогипс и др.), выделяющие слизистые вещества и объединяющие мелкие коллоидные частицы органоминеральной природы, связывающие и уплотняющие их, превращая в достаточно устойчивые структуры. При внесении сложного компоста в почву повышается продуктивность растений, улучшается их рост и развитие корневых систем, увеличиваются популяции беспозвоночных и микроорганизмов, запасы фитомассы, усложняется биологический круговорот биогенов. Круговороты различных веществ в природе, цикличность и другие их перемещения по биотическим системам являются одной из важнейших экологических основ биосферы.

Современная агроландшафтная экология нуждается в разработке новых технологий при взаимоотношении человека и природы, способных обеспечить очень продолжительное существование биосферы на нашей Земле на основе рационального использования природы, её ресурсов, поддержания устойчивости составляющих экологических систем и процессов их саморегуляции; необходимо грамотное поддержание протекающих в биосфере процессов с учетом естественных и общественных наук.

Действия человека сегодня наносят огромный ущерб природе, что бумерангом сказывается на самом человеке. Ограниченность научных познаний не позволяет оценить, насколько беспрепятственно выбрасываемые промышленные отходы могут быть опасны, пагубно воздействуя на окружающую среду и разрушая здоровье людей, а также их потомков. В будущем нам придется столкнуться с новыми проблемами состояния окружающей среды, которые сейчас еще мало очевидны даже для самого дальновидного эксперта-эколога. Нужно организовывать и просвещать людей, чтобы они не уклонялись от участия в принятии решений по охране окружающей среды, потому как мнение каждого может сыграть важную роль в этой проблеме.

Разрушение биологических систем суши продолжится параллельно с развитием цивилизации, оказывающей сильное негативное влияние на окружающую среду. Биосферная катастрофа произойдет раньше кризиса по любому виду исчерпаемых ресурсов. Научно-технический процесс сам по себе не способен предотвратить биосферную катастрофу. Тех-

нические системы не способны заменить биологический компонент нашей биосферы в осуществлении регулирования окружающей среды, а потому прекратить разрушение биосферы и предоставить ей возможность самовосстановления своего регулирующего потенциала – наиболее приемлемый вариант. Биосфера сейчас заменяется техносферой, и остались десятки лет до полного перехода биосферы в техносферу. Когда «наука о доме» (экология) и наука о «ведении домашнего хозяйства» (экономика) сольются и когда предмет этики расширит свои границы и включит в себя наряду с ценностями, произведенными человеком, ценности, создаваемые окружающей средой, тогда мы на самом деле сможем стать оптимистами относительно будущего человечества» [14].

Состояние современной биосферы оценивается как экологический кризис вследствие загрязнения среды, поскольку промышленные, сельскохозяйственные и бытовые отходы включают вещества, которые никогда не входили в естественные циклы биогенного круговорота и не имеют серьезных деструкторов. Безотходные технологии рассматриваются как частные задачи. Проблема загрязнения среды может быть решена на основе создания замкнутых глобальных технологических циклов, действующих параллельно с естественными процессами биологического круговорота веществ.

Промышленные комплексы и аграрные системы – особые системы со специфическими свойствами и структурой, которые сравнительно недавно начали серьезно исследовать. Важный аспект экологических циклов и механизмов, поддерживающих гомеостаз экосистем разного уровня, должен серьезно изучаться. Основная социальная проблема, без решения которой невозможно представить возможность развития взаимоотношений общества и природы, – это проблема защиты окружающей среды, являющейся одной из глобальных для человечества. Сохранение естественной биоты Земли является основной экологической задачей. Сейчас больше половины естественных экосистем биосферы разрушено, сильно нарушены и загрязнены водные системы. Человек разумен, и потому он должен изменить свое отношение к природе, иначе он обречен как вид в ближайшие три-четыре сотни лет.

В статье проанализированы основные вопросы, затрагивающие подготовку, формирование и влияние сложного компоста при его взаимодействии с почвой на её живые организмы и химический состав, а также на растительный покров, количество и качество экологических ниш по сезонам и годам вегетации конкретных таксонов.

Надеемся, что изложенные в статье вопросы и способы их решения будут интересны и полезны для многих исследователей для дальнейшего развертывания научных исследований по данной тематике.

История развития ландшафтов. Формирование ландшафтов можно разделить на такие периоды, как гидрологический, сухопутный и глобальный.

Гидрологический период продолжается от зарождения жизни (это около 3,5 млрд лет) до формирования баланса органической массы, простые соединения которой пришли из Космоса и заложили ее основы в качестве живой материи на Земле. Этот период отличается многообразием направлений развития водных организмов, сначала только гетеротрофных, долгое время преобладающих, и в существенно меньшем количестве автотрофных и хемотрофных, первоначально второстепенных. Жизнь была распространена в основном в воде, затем в морских эстуариях и озерах на суше.

Сухопутный период, продолжавшийся от выхода растений на сушу и до появления первых птиц, характеризуется формированием почв и окислительно-восстановительной атмосферы, возникновением многих форм растений и животных, интенсивным накоплением органического вещества благодаря развитию фотосинтеза у растений, формированием древесно-кустарниковых экосистем вдоль русел рек и на территориях бывших морей, а также проявлением гигантизма в растительном и животном мире.

Глобальный период объединил развитие живых организмов от появления птиц и утраты гигантизма в растительном и животном мире и до наших дней; характеризуется освоением живыми организмами всей суши, атмосферы и океана, процветанием покрытосеменных растений и млекопитающих, возникновением человека и становлением современных экологических систем.

Эволюция живых органических структур анализируется во многих работах, начиная с середины XVII в. Основу парадигмы исследований этой проблемы составили экологические системы, объединяющие множество различных организмов, характеризующихся самовос-

произведением, и формирование аграрных ландшафтов, зависящих от многих факторов: 1) степени сопряженности развития биотических и абиотических условий, 2) направления развития систем (аккумулятивно-поступательное, колебательно-устойчивое, колебательно-неустойчивое), 3) от силы внезапного (случайного) резкого изменения внутренних экосистемных факторов (пожары, гибель лесов, растительного и почвенного покрова и т. д.), 4) от внезапного (случайного) взрыва внешних факторов (космические; ядерное излучение; резкое продолжительное снижение температуры; сильные многолетние засухи; извержения вулканов; нашествия хищников, паразитов и т. п.), 5) от числа и обилия популяций в сообществе экологических систем [1–6].

Наиболее устойчивы ландшафты, состоящие из множества видов живых организмов разных жизненных форм, различающихся широтой экологического потенциала, гомеостатичностью ко всему комплексу природных условий и к отдельным факторам, продолжительностью сезонного развития, интенсивностью поглощения питательных веществ и воды, цикличностью развития организмов и т. д., что обусловливает формирование сложных сетей энергетических потоков и круговоротов химических веществ [3, 7, 9–13].

Аккумулятивно-поступательное развитие ландшафтов сопровождается увеличением видового состава, биологической продуктивности, усилением и ускорением потоков энергии и круговоротов веществ и элементов, накоплением органического вещества, обогащением почвы биогенами, постепенным изменением гидрологии почв и их физико-химических свойств, что в совокупности обусловливает эволюционное давление на все составляющие сообществ. Часть видов, экологические и физиолого-биохимические свойства которых выходят за рамки сложившихся условий, гибнут или переходят в группу присутствия без особой возможности влиять на ситуацию, или эволюционируют, приобретая определенные адаптации, которые со временем закрепляются в поколениях и могут быть основой образования новых популяций и видов [8, 15–17]

Новые виды, отличающиеся более высокой конкурентоспособностью, усиливают эволюционное давление на развитие основных биотических и абиотических блоков экосистем и тем самым расширяют границы своей гомеостатичности по сравнению с другими видами, которые или приспосабливаются к новым условиям, или гибнут. Так осуществляется постепенное изменение сообществ в результате адаптаций живых организмов в ландшафтах, если в их развитие не вмешивается человек или какие-то природные катаклизмы.

Аккумулятивно-поступательное развитие экосистем приводит к нарастанию эволюционного давления на все составляющие ландшафтов, способствует возникновению новых экологических ниш, которые осваиваются формами или демами новых популяций, обладающих определенными преадаптивными или адаптивными свойствами, что обеспечивает им лучшее развитие. У таких групп организмов признаки со временем закрепляются наследственно. На видовом уровне включается вариант генетической эволюции с последующим поступательным развитием популяций и возникновением новых форм и видов живых организмов. Возможен сальтационный вариант возникновения нескольких популяций [2].

Аналогичные явления, затрагивающие устойчивость и влияющие на продуктивность экосистем, наблюдаются также в агроландшафтах, созданных искусственно человеком для своих хозяйственных целей. Однако в случае агроландшафтов одним из основных факторов нарушения их устойчивости, кроме природных, является антропогенное давление.

Влияние внутренних (пожары, вырубка леса, уничтожение почвенного покрова через вспашку и др.) и внешних (сильная засуха или наводнение, извержение вулканов и т. д.) факторов нарушает обычный ритм развития и эволюции живых организмов. Основными причинами, обусловливающими эволюционное давление на отдельные составляющие агроландшафта, являются следующие:

а) сообщество живых организмов, накапливающих биомассу, усиливает гумусонакопление в почве и тем самым ускоряет биохимическую эволюцию в системе, что способствует нарастанию числа и массы организмов в ней через лучшее обеспечение водой, воздухом, питательными веществами, сменой адаптивных форм, образованием новых экологических ниш;

б) в связи с вмешательством человека или проявлением каких-то природных катаклизмов развиваются эрозионные процессы почв, усиливается аридизация климата, меняется уровень грунтовых вод (повышается или понижается), медленнее или быстрее распадаются органические вещества, почва суходолов обедняется питательными веществами, а увлаж-

ненных мест ими обогащается; высокопродуктивные многолетние растения выпадают, и их место занимают грубые, более ксерофильные и малопродуктивные виды (или более влаголюбивые), которые поглощают много веществ, ухудшающих качество кормовой массы для выращиваемых животных (много кремния, натриевых солей и т. д.) и потому практически ими не поедаются; животный мир обедняется по численности особей в популяциях и по числу самих популяций [6].

Сопряженные изменения различных факторов нередко сменяются резкими сдвигами в развитии либо в усиленном проявлении одного из них. В качестве основных вариантов развития экологических систем следует выделить: 1) необратимость развития органического мира, 2) сопряженное развитие родственных и разных по уровню организации видов организмов (симбиогенез), 3) сопряженное поступательное развитие биотического и абиотического комплексов.

Концептуальной основой поступательного формирования агроландшафтов являются множественные направления в развитии взаимоотношений между организмами (сопряженное развитие) и в развитии абиотических блоков [2].

Формирование новых видов и их эволюция проходят через серию преадаптаций и адаптаций – морфологических, физиолого-биохимических и других. Преадаптации и адаптации – это признаки и свойства, определяемые обычно рецессивными генами, поэтому они могут быть утеряны, если длительное время не востребованы и остаются в неактивной форме. Преадаптации и адаптации часто возникают как мутации, которые обусловлены постепенным накоплением информации и проявляются как реакции на комплекс изменяющихся факторов. Морфологические адаптации, возникающие как реакции на воздействие лишь одного фактора (например радиация), неустойчивы, обладают узкой нормой проявления и весьма быстро исчезают.

В случае аккумулятивно-поступательного развития в системе демы одних популяций накапливают информацию активнее и изменяются быстрее с определенным уровнем хромосомных или генных вариаций и в их развитии происходит скачок с формированием новой популяции. В эволюционных процессах варьирует давление различных факторов, в т. ч. деятельность человека. Формируются структуры, управление которыми осуществляется поэтапно с учетом устойчивости почвенных характеристик, обеспечивающих постепенное развитие живых организмов, – микроорганизмов, артропод, грызунов, мелких и крупных млекопитающих, одноклеточных водорослей, высших растений и т. д.

Можно выделить следующие этапы развития различных адаптаций. *Подготовительный этап* характеризуется накоплением информации, разнообразием адаптаций, нарастанием массы органического вещества и изменением абиотического блока. Прохождение этого этапа отличается развитием биоты и сильным давлением на абиотический блок, изменяющим физико-химическую среду обитания организмов через концентрацию органического вещества в обоих блоках (биотическом и абиотическом); накапливается информация и образуются новые экологические ниши [7, 8].

Формирование новых популяций, или эколого-генетическая эволюция, определяет *второй этап*: осваиваются новые экологические ниши, идет сравнительно быстрый рост и увеличение числа популяций; ранее господствовавшие таксоны в связи с усилением конкуренции сокращают свое присутствие, резко сокращая занимаемые ими экологические ниши, освобождая их для других видов [1, 3].

Усиление естественного отбора (сопряженное развитие организмов и окружающей среды) приходится на *третий этап*, в котором абиотический блок на какой-то период стабилизируется, ускоряя развитие отдельных видов и их популяций и устанавливая новое соотношение между обоими блоками в экосистеме. Устойчивость аккумулятивно-поступательного развития системы в агроландшафте сохраняется достаточно продолжительный временной период. В отдельных местах биосферы случайные факторы (внутренние и внешние) всегда внезапные и потому резко нарушающие привычный ритм развития сообщества, переводят развитие аккумулятивно-поступательного варианта при умеренном воздействии в колебательно-возвратное (устойчивое), а при сильном, резком и продолжительном давлении – в неустойчивое состояние с разрушением растительного и почвенного покровов, потерей почвой своего плодородия, изменением гидрологии на значительной территории в сторону заболачивания в низинах или опустынивания на плакорах. Случайные факторы часто бывают причиной коренного изменения экологических систем (например, аграрные ландшафты, коренным образом меняющие не

только состав биоценозов части систем, но и абиотические характеристики) вплоть до полного разрушения биотического и абиотического блоков или резкого отбрасывания системы к другим, трудно объяснимым и нередко невозвратным позициям. Изоляция системы (в основном географическая) ведет к обособлению развития биотического и абиотического блоков экосистем и возникновению новых видов и новых систем по сравнению с исходными вариантами, что связано со специфичностью пищевого режима живых организмов.

Обобщая анализ некоторых аспектов развития аграрных экологических систем и их блоков, можно заключить, что их развитие формирует новые экологические ниши и адаптивные формы отдельных популяций некоторых видов, выдерживающих конкуренцию и занимающих новые ниши. Адаптации отдельных особей и (или) видов в целом генетически закрепляются и наследуются в поколениях, при этом активизируется сукцессионное развитие сообществ и преобразуются их консортивные взаимоотношения. В формировании аграрных ландшафтов четко проявляется принцип поступательности развития их блоков и прослеживается их устойчивая коэволюция. Сами по себе ни организмы, ни их среда не ответственны за направление эволюции экологических сообществ; организм и среда способны эволюционировать во взаимосвязях всех составляющих при сопряжении в их развитии. Мы имеем дело с весьма изменчивыми биотическими и абиотическими блоками в среде обитания. Развивающаяся значительное время в историческом и геологическом масштабах биосфера выработала динамическую устойчивость и способна поддерживать стабильность отдельных блоков и их характеристик (например, аграрных ландшафтов в пределах их взаимоотношений с биосферой). На таких подходах, собственно, и основаны все наши исследования.

Будучи чрезвычайно важным и необходимым для человека, сельское хозяйство стало одним из наиболее вредных производств как для природы, так и для самого человека; именно сельское хозяйство наиболее близко к природе и насущным потребностям человека. В погоне за количеством продукции человек распахивал даже те земли, которые были анклавами естественной растительности, задерживали эрозионные процессы и поддерживали чистоту и полноводность рек. Например, на Кубани сточные воды животноводческих хозяйств создают угрозу своими патогенами и эпидемиями как для диких животных, так и для человека. Опасными становятся также просто бытовые сточные воды. По своим масштабам воздействие сельского хозяйства на окружающую среду давно сравнялось с весьма опасными и вредными видами производства. Очень много проблем будет на нашей планете при прежних технологиях и методах, применяемых в аграрных ландшафтах. Без помощи человека они, как правило, не способны к восстановлению. Необходимость их сохранения потребует большого количества затрат на их восстановление.

В настоящей статье отмечены основные экологические проблемы аграрных ландшафтов, и причины возникновения этих проблем, безусловно, требуют своего разрешения. Наши предложения основаны на результатах многолетних исследований сотрудников кафедры общей биологии и экологии, проводившихся в лабораторных, вегетационных и полевых опытах многими аспирантами и докторантами (Каримов, Звержановский и др. исследователи).

В основном абиотические составляющие агроландшафтов рассматривают в аспекте их экологического состояния. В качестве основной стратегии развития и сохранения устойчивости агроландшафтов предлагается так называемое органическое, или экологическое, земледелие. Это направление, в частности, включает применение сложных компостов на основе органических и минеральных отходов, что одновременно решает проблемы накопления и утилизации отходов, ликвидации их патогенности при смешивании либо внесении специальных микропрепаратов, а также позволяет снизить количество минеральных удобрений без потери урожайности и качества продукции.

Технологии сложных компостов, созданные на кафедре с учетом физических и химических свойств различных отходов и подробно описанные в различных публикациях, способны значительно расширять экологические ниши в аграрных ландшафтах, создавать новые, что значительно увеличивает биоразнообразие почвенных микробоценозов и мезофауны.

Сложные компосты, особенно с использованием фосфогипса, способны не только поддерживать плодородие почв, но и обладают способностью к детоксикации, т. е к обезвреживанию многих загрязнителей через явление антагонизма, химического связывания, изменения реакции почвенной среды. Другим направлением, также подробно анализируемым в статье, являются проблемы восстановления и создания новых лесополос и разработки техноло-

гий совмещенных посевов. Эти направления позволят хотя бы частично восстановить естественные сообщества растений и сопутствующих им насекомых, птиц и других представителей фауны. Будем надеяться, что эта статья будет полезна всем, кто изучает и занимается экологическими проблемами агроландшафтов и их блоков: студентам-экологам, будущим агрономам, специалистам-практикам в области экологии и сельского хозяйства.

Аграрные ландшафты являются созданными искусственно в результате хозяйственной деятельности человека системами, которые он «отнял» у природы и преобразовал в соответствии со своими нуждами и потребностями. Основное назначение – это обеспечение народонаселения продовольствием. Прирост населения требовал все большого количества продукции и сопровождался неуклонным расширением аграрных площадей.

Между человеком и средой возникли противоречия. Если не принимать во внимание такие природные аномалии, как засухи, наводнения и другие, приводившие к голоду и уносившие жизни многих людей, эту проблему удалось решить благодаря совершенным технологиям интенсивного земледелия. Последнее направление связано с повышением продуктивности растений и животных за счет выведения новых сортов и пород, производством и применением минеральных удобрений, новых технических средств для обработки почвы, ухода и уборки урожая, вплоть до новых биотехнологий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белюченко И. С. Совмещенные посевы в севообороте агроландшафта : монография / И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – 262 с.
2. Аграрные ландшафты Кубани и экологическая геохимия: понятия, законы : монография / В. А. Алексеенко, И. С. Белюченко, А. В. Алексеенко. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – 380 с.
3. Белюченко И. С. Биология развития и интродукция многолетних злаков в южных районах СНГ : монография / И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – 443 с.
4. Белюченко И. С. Особенности развития совмещенных посевов в системе агроландшафта : монография / И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – 349 с.
5. Белюченко И. С. Экологические основы аграрных ландшафтов, их устойчивость и стратегия развития : монография / И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2018. – 404 с.
6. Белюченко И. С. Почвы агроландшафтов Кубани и перспективы их формирования : монография / И. С. Белюченко, О. А. Мельник. – Краснодар : КубГАУ, 2018. – 167 с.
7. Белюченко И. С. Сложный компост и рекультивация отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства : монография / И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2019. – 311 с.
8. Белюченко И. С. Сложный компост и его комплексное влияние на верхний слой чернозема обыкновенного / И. С. Белюченко // Новая наука: Теоретический и практический взгляд. – 2016. – № 5–2. – С. 3–12.
9. Болотов А. Т. Избранные сочинения по агрономии, плодоводству, лесоводству, ботанике / А. Т. Болотов. – М. : Изд-во Московского общества испытателей природы, 1952. – 524 с.
10. Вернадский В. И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения / В. И. Вернадский. – М. : Наука, 1965. – 375 с.
11. Вильямс В. Р. Почвоведение: Земледелие с основами почвоведения / В. Р. Вильямс. – Издание 5-е. – М. : ОГИЗ «Сельхозгиз», 1946. – 456 с.
12. Докучаев В. В. Русский чернозем : Отчет Вольному экономическому обществу / В. В. Докучаев. – СПб. : тип. Деклерона и Евдокимова, 1883. – [4], IV, IV. – 376 с.
13. Костычев П. А. Почвы черноземной области России: их происхождение, состав и свойства / П. А. Костычев. – М.; Л. : Сельхозгиз, 1937. – 239 с.
14. Смагин А. В. Биологическое потребление кислорода в почвах и подстилках / А. В. Смагин, М. В. Смагина, Н. Б. Садовникова // Почвоведение. – 2018. – № 3. – С. 304–317.
15. Belyuchenko I. S. Wastes of different production and their properties'in // Ciencia e Tecnica Vitivinicola. Printed in Portugal. – 2014. – Vol. 29. – № 9. – P. 37–50.
16. Belyuchenko I. S. Living organisms in household and production wastes as functional basis of compound compost formation / I. S. Belyuchenko // Ecology, Environment and Conservation Paper. – Suppl. Issue; 2015. – Vol. 21. – P 47–56.
17. Belyuchenko I. S. Cultivated Lands of Kuban and Features of Their Development / I. S Belyuchenko // International journal of environmental & science education. – 2016. – V. II. – №. 13. – P. 6255–6276.

УДК 631.41+631.42+631.4

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОДНОЙ МИГРАЦИИ ВЕЩЕСТВ В ЛЕСНЫХ И АГРАРНЫХ ПОЧВАХ ПЕРЕСЛАВЛЬ-ЗАЛЕССКОГО ОПОЛЬЯ

Яшин Иван Михайлович, *доктор биологических наук, профессор ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет-МСХА имени К. А. Тимирязева»,* ***Россия,*** *Москва, ivan.yashin2012@gmail.com*

Атенбеков Рамиз Ажибекович, *ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет-МСХА имени К. А. Тимирязева»,* ***Россия,*** *Москва, Enter58@mail.ru*

Прохоров Илья Сергеевич, *кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, главный редактор журнала «Агрохимический вестник»,* ***Россия,*** *Москва, agrochem_herald@mail.ru*

В 2014–2018 гг. авторами был проведен мониторинг экологического состояния и водной миграции веществ в почвах лесных и аграрных экосистем Юрьев-Польского Ополья Ярославской области. Объекты – ландшафты ОАО «Учхоз Дружба» РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева. Выявлена дискуссионность взглядов специалистов на генезис и эволюцию темноцветных почв региона. Докучаев В. В. обоснованно критиковал оппонентов, которые предложили называть «Юрьевскими черноземами» темноцветные почвы обширных понижений ополий с близким уровнем залегания грунтовых вод. При этом процессы гумусообразования и водной миграции веществ в регионе изучены неполно. Это затрудняет генетическую оценку почв, их реальную стоимость и прогноз эволюции при глобальном изменении климата.

Ключевые слова: ландшафты Ополий, водная миграция, сорбционные лизиметры, барьеры миграции, коэффициент водной миграции, экологическое состояние вод.

ECO-GEOCHEMICAL ASSESSMENT OF WATER MIGRATION OF SUBSTANCES IN FOREST AND AGRARIAN SOILS IN PERESLAVL-ZALESSKY AREA

Yashin I. M., Atenbekov R. A., Prokhorov I. S.

In 2014–2018 the authors carried out monitoring of the ecological state and water migration of substances in the soils of forest and agricultural ecosystems of the Yuryev-Polsky opolye in the Yaroslavl region. Objects – landscapes of JSC «Uchkhoz Druzhba» Russian Timiryazev State Agrarian University (RSAU – MTAA). The discussion of the views of specialists on the genesis and evolution of dark-colored soils of the region is revealed. Dokuchaev V.V. reasonably criticized opponents who proposed to call the «Yuryev chernozems» dark-colored soils of extensive lowering of opolias with a similar level of groundwater occurrence. Moreover, the processes of humus formation and water migration of substances in the region are not fully understood. This complicates the genetic assessment of soils, their real value and prediction of evolution under global climate change.

Keywords: opolye landscapes, water migration, sorption lysimeters, migration barriers, coefficient of water migration, ecological state of waters.

В сообщении обсуждаются генетические особенности почв Юрьев-Польского Ополья, водная миграция веществ и экологические риски. Взгляды исследователей на генезис почв Ополья до сих пор дискуссионные. В. В. Докучаев [1] писал о лугово-болотном и лесном происхождении этих почв. Другие авторы утверждали, что темноцветные почвы Ополья являются аналогами черноземов, называя их «Юрьевские черноземы» [2], что некорректно [3, 5]. Поэтому дальнейшее изучение почв Ополья актуально с эколого-геохимических позиций для обоснования их генезиса, функций и цены.

Объекты и методы. Стационарные площадки в лесных и аграрных экосистемах Ополья (ОАО «учхоз Дружба» Переславль-Залесского района Ярославской области) были заложены в 5 катенах. При изучении водной миграции веществ в почвах использовали метод сорбционных лизиметров. Колонки с сорбентами закладывали под горизонты почв лесных и аграрных фаций в 2–4-кратной повторности. Катионы Fe^{3+}, Ca^{2+}, NH_4^+ в водах Плещеева озера, реки Трубеж, прудов (как и в кислотно-щелочных вытяжках из сорбентов лизиметров) определяли на атомно-абсорбционном спектрофотометре до и после сжигания органических веществ в аликвотах

20 % пероксидом водорода (H_2O_2), вначале упарив вытяжки на водяной бане досуха. $C_{орг.}$ определяли по Тюрину-Пономаревой со спектрофотометрическим окончанием [5].

Результаты. При изучении состава водорастворимых органических веществ (ВОВ) почвенных растворов использовали низкозольный активированный уголь в колонках. В лаборатории компоненты ВОВ фракционировали на угле и выделяли в раствор с помощью аналитической схемы Форсайта – Яшина [4]. Установлено, что в почвах лесных южнотаежных экосистем Ополья находятся компоненты ВОВ, в составе которых преобладают индивидуальные органические вещества (десорбируемые с угля 90 % водным ацетоном) – низкомолекулярные органические кислоты и полифенолы. При водной миграции ВОВ через сорбционные барьеры в их составе достоверно увеличивалась масса фульвокислот – веществ, десорбируемых из угля водным раствором 1 % NH_4OH (таблица 1). Не исключено, что экологические функции мобильных ВОВ и ФК проявляются в качестве переносчиков генетической информации по трофическим цепям и ее аккумуляции в гумусовых веществах почв. Но пока эти аспекты нами не рассматриваются. Почвы исследуются все еще на уровне почвенных образцов, а не на экосистемном уровне.

Таблица 1 – Форма и масштаб нисходящей водной миграции Fe и ВОВ в лесных и луговых почвах ОАО «учхоз Дружба» Юрьев-Польского Ополья.

Горизонт и глубина закладки колонок, см	$C_{орг}$ ВОВ, г/м^2				% ионов Fe^{3+}, прочно связанных с ВОВ в комплексы	Масштаб водной миграции Fe-ВОВ комплексов, мг/м^2	Градиент барьера миграции (G) $C_{орг.}$ ВОВ, г/м^3·год$^{-1}$
	Общий масштаб водной миграции	в водо-ацетоновом элюате из угля (ИОВ)	в аммонийном элюате из угля (ФК)	по сорбции ВОВ на катионите КУ-2			
Разрез 10. Лес – ельник сложный. Почва: дерново-подзол контактно-осветленный супесчаный на двучленных отложениях. Наблюдения: 22.06.2014 – 25.06.2015 г. (влажное лето)							
A_o(O) – 1	14,2	8,0 ± 1,3	4,1 ± 1,9	2,1 ± 0,9	61,1 ± 4,3	324 ± 11	Не опр.
E_h – 14	9,6	5,1 ± 1,7	2,5 ± 1,4	2,0 ± 1,4	58,7 ± 3,7	129 ± 11	35,4
B_{fg} – 39	3,4	1,0 ± 0,2	2,1 ± 0,4	0,3 ± 0,1	64,8 ± 1,4	91 ± 14	24,8
Разрез 2. Луг разнотравный (около балки на склоне). Почва: дерново-слабоподзолистая среднесуглинистая на покровных суглинках. Наблюдения: 04.07.2014 – 05.07.2015 г. (влажное лето)							
A_1 – 10	6,1	Не опр.	4,7 ± 0,7	1,4 ± 0,5	42,7 ± 5,9	429 ± 121	Не опр.
EL/B – 45	10,5	Не опр.	9,4 ± 1,4	1,1 ± 0,3	58,4 ± 7,6	749 ± 78	-12,6

Отмечено, что во влажное лето 2014–2015 гг. подзолистый горизонт (E) и иллювиально-железистый (B_f) маскируются мигрантами – ВОВ – вследствие эффекта «гумусовой занавески» [5]. Исследования показали, что гумусовые вещества почв стационаров Ополья имеют гуматно-фульватный состав и ярко выраженные кислотные свойства из-за преобладания в их составе фульвокислот (ФК). Мобильность и химическая активность гумуса почв поддерживается за счет масштабной миграции ВОВ с кислотными и комплексообразующими свойствами. Миграция органических веществ тесно связана с дефицитом $CaCO_3$ и промывным водным режимом почв. Это и обусловливает высокую кислотность почв. Причем самая активная фракция 1а в составе ФК оказывается преобладающей из-за недостатка ионов Ca^{2+} в поглощающем комплексе, а концентрация ФК в почвенных растворах с глубиной увеличивается. Совместное использование в колонках активированного угля и катионита позволило получить более полную информацию о компонентном составе ВОВ, а также уточнить масштаб их миграции (плотность потока миграции – мг/м^2 за 1 год). В почве луга также отмечена активная водная миграция ВОВ, как и в лесной. При этом в гор. EL/B вынос ВОВ возрастает из-за латерального (бокового) их привноса. Среди продуктов почвообразования диагностированы устойчивые Fe-органические комплексные соединения. Водная миграция соединений железа во влажный год выражена весьма активно, в частности на сенокосах Ополья: от 429 ± 121 из гор. A_1 до 749 ± 78 мг/м^2 из гор. EL/B. Железо мигрирует также и в форме гидрозолей гидроксида $Fe(OH)_3$ «под защитой» компонентов ВОВ, в частности, при сезонном оглеении почв. Установлена отрицательная величина градиента барьера миграции в горизон-

те EL/B почвы луга, что связано с трансформацией гумусовых веществ, закрепленных на почвенной матрице компонентами ВОВ.

Почвы сенокосных фаций функционируют в режиме сорбционных барьеров. Здесь величины градиентов барьеров миграции положительные и уменьшаются с глубиной (таблица 2). В полевых лизиметрических опытах также отмечено, что в иллювиально-железистых горизонтах B_f дерново-подзолов контактно-осветленных супесчаных на двучленных отложениях (разрез 6) происходит сорбция мигрируемых компонентов ВОВ. В почве функционирует органоминеральный (сорбционный) барьер миграции, представленный коллоидами гидрогелей гидроксида железа $Fe(OH)_3$ гор. B_f. Величина градиента барьера миграции здесь положительная – от 24,8 до 35,4 г/м^3·год$^{-1}$ (разрез 10, таблица 1).

В засушливый сезон года коллоиды железа стягиваются в мелкие конкреции (явление сегрегации), а органические вещества на этом барьере используются микроорганизмами в качестве источника энергии и элементов питания. Поэтому профиль дерново-подзолов на двучленах отличается сезонной динамикой их морфологии и физико-химических свойств [3]. В этой связи нами было проведено исследование экологического состояния поверхностных вод Юрьев-Польского Ополья.

Установлено, что экологическое состояние вод ближнего пруда ОАО «учхоз Дружба» неудовлетворительное – это своего рода «пруд-отстойник». Прозрачность воды (метод креста в цилиндре) низкая – 12–15 см, цвет воды зеленоватый от синезеленых водорослей, присутствует затхлый запах. Величина pH воды из ближнего пруда равна 8,1–8,3 (для водных источников рыбохозяйственного пользования норма составляет 6,8–7,1). На поверхности этого пруда местами заметна пена, очевидно, за счет сброса моющих средств и бытовых стоков из жилых домов поселка Дубки, а также «радужные пленки» от нефтепродуктов. Концентрация мобильных соединений Fe^{3+} 0,74±0,1 мг/л (пруд находится рядом с шоссе). Вода оказалась химически загрязненной и экологически опасной [5].

Таблица 2 – Форма и масштаб нисходящей водной миграции Fe и ВОВ в аграрных почвах ОАО «учхоз Дружба» Юрьев-Польского Ополья

Горизонт и глубина закладки колонок, см	$C_{орг}$ ВОВ, г/м^2				% ионов Fe^{3+}, прочно связанных с ВОВ в комплексы	Масштаб водной миграции Fe-ВОВ комплексов, мг/м^2	Градиент барьера миграции (G) $C_{орг.}$ ВОВ, г/м^3·год$^{-1}$
	Общий масштаб водной миграции (уголь и КУ-2)	в водо-ацетоновом элюате из угля (ИОВ)	в аммонийном элюате из угля (ФК)	по сорбции катионитом КУ-2			
Плакор. Сенокос. Разрез 5. Почва – дерново-подзолистая остаточно-карбонатная легкосуглинистая на покровных суглинках. Экспозиция: 26.06.2015 – 25.06.2016 г. (засушливое лето)							
$A_д$(O) – 2	9,3 ± 2,2	5,1 ± 1,1	3,2 ± 1,4	1,0±0,4	67,1±8,3	114 ±17	Не опр.
$A_{1тр}$ – 14	3,1 ± 0,2	1,1 ± 0,2	1,5 ± 0,3	0,5±0,1	48,6 ±3,7	89 ±14	47,7
$EL_{тр}$ – 21	1,2 ± 0,3	0,4 ± 0,1	0,6 ± 0,1	0,2±0,0	52,3 ±5,9	151 ±27	7,6
Понижение на склоне. Сенокос. Разрез 6. Почва – дерново-подзол контактно-осветленный супесчаный на двучленных отложениях. Экспозиция: 26.06.2015 – 25.06.2016 г. (засушливое лето)							
$A_д$ (O) – 3	17,4 ± 3,5	9,2 ± 2,1	6,5 ± 1,2	1,7±0,3	78,6±2,3	169±13	Не опр.
A_1 – 24	12,0 ± 1,4	5,4 ± 3,3	4,2 ± 1,9	2,4±0,6	75,7±5,3	245±36	25,7
ELg – 39	8,6 ± 1,8	4,2 ± 0,4	6,3 ± 2,1	1,2±0,4	57,8±6,2	475±24	22,7

В дальнем пруду качество воды лучше: pH 6,7–6,9, вода бесцветная, чистая и экологически безопасная. Здесь много фитопланктона и рыбы.

Выводы. 1. Выполнена сопряженная эколого-геохимическая оценка водной миграции в почвах аграрных и лесных (фоновых) экосистем Юрьев-Польского ополья. В период дождей 2014–2015 гг. в дерново-подзолах супесчаных на двучленных отложениях проявляется эффект «гумусовой занавески». В засушливый период 2015–2016 гг. отмечена сегрегация соединений Fe и образование конкреций.

2. Изучена динамика миграции ВОВ в почвах лесных и луговых фаций Ополья. Например, в почвах ельника сложного (разрез 10) плотность потока нисходящей водной миграции

ВОВ из гор. A_0(O) лесной подстилки достигает по $C_{орг.}$ 14,2, а из дернины на сенокосе – 17,4 ± 3,5 г/м^2·год$^{-1}$. Почвы фаций сенокосов функционируют как сорбционные барьеры. В этом и проявляются их почвозащитные функции, а кроме того, луговая растительность участвует в дерновом процессе почвообразования при близком залегании грунтовых вод.

3. Эко-геохимическое состояние поверхностных вод Юрьев-Польского Ополья на участке дельты реки Трубеж (в г. Переславль-Залесский) неудовлетворительное; хотя в воде преобладают педогенные химические элементы (мг/л): Ca^{2+} – 23–28; K^+ – 2,7–4,3; Na^+ – 9,6–13,8; Fe – 0,74, но величина pH слабощелочная – 8,0 ± 0,2, что свидетельствует об их загрязнении сточными водами и моющими средствами, возможно, СПАВ.

4. Подтверждается позиция В. В. Докучаева о генезисе почв в условиях южной тайги Ополья: здесь распространены дерново-подзолистые почвы на покровных суглинках, морене и двучленных отложениях. Дерновые суглинистые почвы (их именовали раньше «темноцветные» или «Юрьевские черноземы») расположены в низинах при близком залегании грунтовых вод. В профилях таких почв четко прослеживаются признаки оглеения и водной миграции продуктов почвообразования. Данные почвы часто принимают за тип «серые», что некорректно. Возможно, специалисты не учитывают эффект «гумусовой занавески» и связанную с ним большую мощность гумусово-аккумулятивного горизонта 32–37 см. Но гумус почв Ополья не усреднен ионами Ca^{2+}, он отличается мобильностью и химической активностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Докучаев В. В. О так называемом «Юрьевском черноземе» / В. В. Докучаев // Тр. СПб общества естествоиспытателей. – 1884. – Т. 15. – Вып. 2; 1885. – Т. 16.
2. Тюрюканов А. Н. Ополья Центральной России и их почвы / А. Н. Тюрюканов, Т. Л. Быстрицкая. – М. : Наука, 1971. – 239 с.
3. Яшин И. М. Экологическая оценка и генезис почв Юрьев-Польского Ополья на примере ОАО «Дружба» Ярославской области / И. М. Яшин, И. И. Васенев, Р. А. Атенбеков // Известия ТСХА. – 2017. – Вып. 4. – С. 5–19.
4. Яшин И. М. Опыт применения хроматографии в почвоведении и экологии : монография / И. М. Яшин, В. А. Черников; Ред. И. М. Яшин. – М. : РГАУ-МСХА, 2017. – 240 с.
5. Яшин И. М. Эко-геохимическая оценка почв и поверхностных вод Переславль-Залесского Ополья : монография / И. М. Яшин, И. И. Васенев, Р. А. Атенбеков // Ред. И. М. Яшин. – М. : РГАУ-МСХА, 2018. – 200 с.

УДК 575.174

ОСОБЕННОСТИ РАЗВЕДЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ПОРОД МЕДОНОСНЫХ ПЧЕЛ (*APIS MELLIFERA* L.) В РАЗЛИЧНЫХ АГРОЛАНДШАФТАХ ЧЕРНОЗЕМНОЙ И НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОН РОССИИ

Кузьмичев Владимир Евгеньевич, *кандидат биологических наук, Калужский государственный университет им. К. Э. Циолковского,* ***Россия***

Исследования направлены на определение влияния бесконтрольного завоза пчелосемей из южных регионов России (в том числе из Краснодарского края) и ближнего зарубежья на генетическую структуру местной популяции пчел нечерноземной зоны (на примере Калужской области) и связанные с этим продуктивность, зимостойкость и другие признаки медоносной пчелы. Для идентификации породной принадлежности пчелосемей использовался метод цифровой геометрической морфометрии.

Ключевые слова: медоносная пчела, породный состав, зимостойкость, продуктивность, ландшафт, цифровая морфометрия, гибридизация.

BREEDING OF CERTAIN HONEYBEE *(APIS MELLIFERA* L.*)* RACES IN VARIOUS AGRICULTURAL LANDSCAPES OF THE BLACK SOIL REGION AND NON-BLACK ZONES OF RUSSIA

Kuzmichev V. E.

The research is aimed at identifying the influence of uncontrolled importation of bee colonies from the southern regions of Russia and neighboring countries on the genetic structure of the local bee population and the associated productivity, winter hardiness and other characteristics of the honey bee. The method of digital geometric morphometry was used.

Keywords: honey bee, breed composition, winter hardiness, landscape, productivity, digital morphometry, hybridization.

Пчелы являются важнейшим звеном функционирования всех агроландшафтов. В 2019 г. проблема массовой гибели медоносной пчелы от применяемых на полях пестицидов рассматривалась на уровне Правительства РФ. Ущерб понесли как напрямую пчелохозяйства, так и производители многочисленных опыляемых пчелами сельхозкультур. В этом случае причины убытков достаточно понятны и с ними можно бороться.

Менее явной ползучей угрозой является деградация генофонда медоносных пчел вследствие не просто массового, а массированного бесконтрольного завоза южных пород. Главным природным неблагоприятным фактором для медоносных пчел в средней полосе нечерноземной зоны России является длительная и суровая зимовка, из-за чего безоблётный период нередко достигает 7 мес. В Предкавказье находится большое количество как крупных, так и небольших разведенческих пасек (Майкоп, Кисловодск и др.) Контроль за их продукцией чисто номинальный. Племенной материал закупают в Германии, Дании, Австрии, Италии. Объявления в СМИ и В Интернете пестрят броскими названиями пород: Бакфаст, Кордован, Тройзек и т. д. Наиболее известна порода Бакфаст, характеризующаяся низкой зимостойкостью. Её вывели во влажном британском климате, она теплолюбива, незимостойка, является гибридом итальянской пчелы (*A. m. ligustica*) и совершенно не подходит пчеловодам из северных регионов.

Лаборатория генетики и биоинженерии Калужского госуниверситета в течение последних 25 лет проводит ежегодный морфометрический контроль породной принадлежности медоносной пчелы как на своих исследовательских пасеках, так и по заказам пчеловодов Калужской области.

До 2010 г. результаты наших исследований [1] давали различные варианты помесей среднерусской, карпатской породы (обе районированы в Калужской области) и нерайонированной серой горной кавказской породы (СГК). Позже в результатах анализа по окраске и кубитальному индексу стали появляться признаки итальянской породы. В последние годы около половины проб пчел стойко дают от 50 % и выше породы лигустики. Причем чаще всего признаки итальянской породы диагностируется в пробах из погибших во время зимовки семей. Определение пород проводили до 2013 г. по классической методике В. В. Алпатова [2]. В феврале 2013 г. А. Б. Карташев опубликовал созданную на основе молекулярно-генетических исследований и компьютерного моделирования программу «Порода по крыльям.xls» [3, 4], ставшую отличным инструментом для селекционеров в пчеловодстве. Эта программа расширила наши возможности в исследовании возможной связи участившейся гибели пчел в Калужской области и в других регионах от степени межрасовой интрогрессии «южных» генов при бесконтрольном завозе пчел из более теплых областей.

Отпрепарированные передние крылья сканируются. Затем уже на экране компьютера на них наносятся 8 меток в программе TpsDig2, результаты обрабатываются в среде Excel.

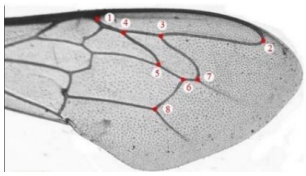


Рисунок 1 – Размещение точек на пересечениях жилок правого переднего крыла (по Карташову, 2013, [3, 4]).

На первой пасеке (д. Тушенка) всего было рассмотрено 120 особей пчел из 4 семей. Данные семьи не пережили зимовку. Согласно методике А. Карташова исследовали: кубитальный индекс Ci, дискоидальное смещение DsA, а также гантельный индекс Hi.

Таблица 1 – Значения морфометрических индексов погибших семей пчел с пасеки д. Тушенка Мещовского района Калужской области.

Показатель	Пчелиные семьи			
	№ 9	№ 12	№ 16	№ 20
Кубитальный индекс	2,348	2,137	2,249	2,274
Дискоидальное смещение	4,109	3,493	3,268	2,182
Гантельный индекс	1,058	1,019	1,040	1,013
Превалирующая порода	Carnica	Ligustica	Ligustica	Ligustica

Таким образом, делаем вывод, что порода семей № 12, 16, 20 – *A. m. liguistica*. Итальянские пчелы (Liguistica) по определению не способны зимовать в наших условиях. Семья № 9 определена программой как карника, но имеет и выраженные признаки итальянских и серых горных кавказских пчел (рисунок 2).

Результаты исследований свидетельствуют о засоренности местных пчел чужим генетическим материалом.

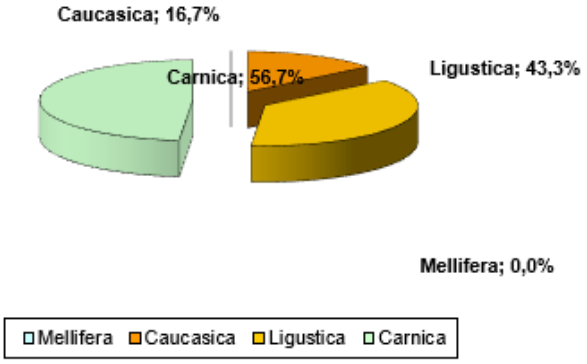


Рисунок 2 – Результаты идентификации исследуемых пчел семьи № 9 (д. Тушенка).

Таким же образом была рассмотрена пасека в деревне Шубино Бабынинского района Калужской области. На ней было взято 240 особей пчел (8 семей). Породную принадлежность также произвели на основе значений Ci/DsA/Hi с помощью программы «Порода по крыльям» (таблица 2).

Таблица 2 – Значения морфометрических индексов погибших семей пчел с пасеки д. Шубино Бабынинского района Калужской области.

Показатель	Пчелиные семьи							
	№ 2	№ 4	№ 13	№ 19	№ 21	№ 28	№ 29	№ 30
Кубитальный индекс	1,773	2,046	2,292	1,963	1,626	2,186	2,375	1,928
Дискоид. смещение	1,798	2,288	4,868	2,580	0,508	0,915	2,593	-1,351
Гантельный индекс	1,033	0,912	1,044	0,915	0,947	1,002	1,001	0,928
Превалирующая порода	Caucasica	Caucasica	Carnica	Caucasica	Caucasica	Ligustica	Ligustica	Caucasica

Как видим из таблицы, данные семьи можно отнести к серой горной кавказской и итальянской породам. Таким образом, среди погибших семей не оказалось представителей среднерусской и карпатской пород, районированных для Калужской области. Используемая методика позволяет рассматривать не только средние значения индексов, но и индивидуальные морфогенетические особенности отдельных особей.

На пасеке в деревне Богданово Дзержинского района Калужской области было взято 180 особей пчел от перезимовавших семей и погибших в зиму 2016/17 (таблица 3). Семьи № 4, 5 (рисунок 4) принадлежат породе *A. m. mellifera*, а погибшие семьи № 1, 2, 3, 6 можно отнести преимущественно к серой горной кавказской породе.

Морфогенетическая структура исследованных семей состоит из признаков кавказской и среднерусской пород, присутствующих в разных соотношениях. Причем следует отметить, что на данной пасеке в описываемый период, начиная с 2011 г., не завозились сторонние матки и пчелопакеты. В период с 1996 по 2005 г. отмечалась строго среднерусская порода с её высокой агрессивностью, отличной зимостойкостью и медоносностью. «Дрейф» породности произошёл за счет изменения трутневого фона на окрестных пасеках.

Таблица 3 – Значения морфометрических индексов перезимовавших семей пчел с пасеки д. Богданово Дзержинского района Калужской области.

Показатель	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6
Кубитальный индекс	2,176	2,065	1,873	2,008	1,747	2,035
Дискоидальное смещение	-2,043	-2,284	-2,461	-2,848	-3,537	-3,635
Гантельный индекс	1,012	1,033	0,971	0,888	0,922	1,019
Превалирующая порода	Caucasica	Caucasica	Caucasica	Mellifera	Mellifera	Caucasica

На пасеке в деревне Калинино всего было рассмотрено 120 особей пчел из 4 семей. В таблице 4 приведены результаты исследований 2018 г., из которых можно сделать вывод о превалирующей породе. На данной пасеке ежегодно около половины маток заменяется на покупных маток из пчелопитомников (Мукачево, Красная поляна и др.).

Кубитальный индекс семей № 1, 4, 5 (1,777; 2,014; 1,977) соответствует породе Caucasica, для которой характерен диапазон Ci (1.73–2.75), однако значения кубитального индекса данных семей также попадают под диапазоны других пород (Mellifera, Liguistica, Carnica). Порода семьи № 2 отнесена к среднерусской достаточно условно.

Результаты исследований свидетельствуют о значительной «засоренности» генотипов местных пчел завозным генетическим материалом.

Таблица 4 – Значения морфометрических индексов перезимовавших семей пчел с пасеки д. Калинино Козельского района Калужской области.

Показатель	Пчелиные семьи			
	№ 1	№ 2	№ 4	№ 5
Кубитальный индекс	1,777	1,685	2,014	1,977
Дискоидальное смещение	0,028	0,762	3,319	-2,833
Гантельный индекс	0,859	0,899	0,965	0,951
Превалирующая порода	Caucasica	Mellifera	Caucasica	Caucasica

Отбор пчел для исследований проводили также на пасеке КГУ им. К. И. Циолковского (агробиостанция в дервне Сивково г. Калуги) – 180 особей пчел из 6 семей (таблица 5). На этой пасеке в предшествующие два года половина маток заменялась на маток карпатской породы из пчелопитомника Краснодарского края.

Таблица 5 – Значения морфометрических индексов перезимовавших семей пчел с пасеки д. Сивково пригорода г. Калуги.

Показатель	Пчелиные семьи					
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6
Кубитальный индекс	2,588	2,000	2,095	2,934	2,210	2,210
Дискоидальное смещение	3,838	0,711	1,730	5,914	4,810	-0,453
Гантельный индекс	1,014	0,896	0,961	1,000	1,032	0,824
Превалирующая порода	Carnica	Caucasica	Caucasica	Carnica	Carnica	Caucasica

Это единственная пасека, где превалирующей породой частично оказалась карника. Но если посмотреть не средние значения, а внутреннюю структуру породности по отдельным особям, можно отметить щедрое вливание генов итальянской и кавказской пород.

Повторимся, что итальянские пчелы – по определению – не способны нормально зимовать в условиях средней полосы. Кавказские пчелы достаточно приспособлены к суровым зимним условиям, но недостаточно адаптированы к слишком длинной для них зиме в средней полосе. Районированные, то есть приспособленные к круглогодичному существованию в

средних широтах пчелы – среднерусская и карпатская – стремительно вымываются из местной популяции. Это происходит даже при отсутствии завоза пчел из других регионов.

Для наглядности мы совместили данные о породной принадлежности пчел из рассмотренных в данной работе пасек (рисунок 4). Данный «пирог» позволяет визуализировать ситуацию с породами в обследованном регионе.

Несмотря на повсеместную рекламу предлагаемых маток и пчелопакетов карпатской и среднерусской пород, мы видим, что 53 % пирога – это кавказянка, по 18 % – итальянка и карника и всего 11 % – среднерусская пчела.

№ позиции	Предполагаемая порода			
	Mellifera	Caucasica	Ligustica	Carnica
1			Ligustica	Carnica
2			Ligustica	Carnica
3		Caucasica	Ligustica	Carnica
4		Caucasica	Ligustica	Carnica
5				
6				
7			Ligustica	Carnica
8				Carnica
9				
10		Caucasica		
11				
12				Carnica
13			Ligustica	Carnica
14			Ligustica	Carnica
15			Ligustica	
16			Ligustica	Carnica
17			Ligustica	Carnica
18				Carnica
19				Carnica
20			Ligustica	Carnica
21				Carnica
22			Ligustica	Carnica
23			Ligustica	Carnica
24				Carnica
25				Carnica
26			Ligustica	Carnica
27			Ligustica	Carnica
28				Carnica
29			Ligustica	Carnica
30		Caucasica		

Рисунок 3 – Результаты анализа породности по трем индексам отдельных особей пчел семьи № 1 (д. Сивково).

Поэтому можно сделать вывод, что на территории Калужской области очень высокий уровень интрогрессии генов итальянской и серой горной кавказской пород пчел в генофонд местной популяции медоносной пчелы. Таким образом, человек способствовал широкому распространению гибридных форм пчел, которые зачастую имеют низкую продуктивность и недостаточную зимостойкость. Скорее всего, это одна из причин, приводящая к случаям массовой зимней гибели пчелосемей на территории Калужской области в период 2010–2019 гг.

Адаптируясь к данным условиям, в ландшафтах средней полосы России развилась раса серых лесных пчел, называемых в нашей стране среднерусской породой (*Apis mellifera mellifera* L.) В южных регионах России естественно сформировались другие расы (традиционно именуемые в нашей стране породами). Наиболее известны: карпатская пчела (*A. m. carpatica)* и серая горная кавказская (*A. m. caucasica*).

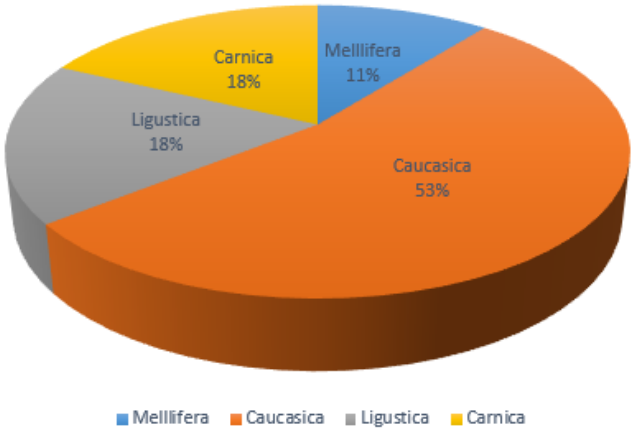


Рисунок 4 – Результаты идентификации исследуемых пчел.

В условиях Калужской области в настоящее время производится массовая гибридизация среднерусских пчёл с пчёлами южных пород, что привело к качественно иным процессам вследствие низкой зимостойкости помесных семей, снижению их сопротивляемости нозематозу, гнильцовым, грибковым и другим заболеваниям, вызывающим гибель семей не только зимой, но и летом.

На протяжении последних двух веков ареал среднерусской пчелы существенно сокращался из-за интенсивной вырубки лесов. Но основной проблемой последних десятилетий является активная интродукция пчел южных рас в северные регионы, из-за чего на большей части ареала среднерусской пчелы происходит их гибридизация. Так же к сокращению мест обитания приводит распространение новых болезней; локализация пасек, специализирующихся на разведении и продаже маток и пакетов пчел в основном карпатской и серой горной кавказской пород.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузьмичев В. Е. Динамика изменений морфометрических и этологических особенностей популяции *Apis mellifera* Калужской области за 1992–2015 годы / В. Е. Кузьмичев // Научные труды Калужского гос. ун-та им. К. Э. Циолковского. Серия Естественные науки. – Калуга : Изд-во КГУ им. К. Э. Циолковского, 2016. – С. 109–111.

2. Алпатов В. В. Породы медоносной пчелы / В. В. Алпатов. – М. : Изд-во Московского общества испытателей природы, 1948. – 65 с.

3. Карташев А. Б. Получение элитной матки среднерусской породы / А. Б. Карташев // Пчеловодство. – 2013. – № 7. – С. 13–14.

4. Карташев А. Б. «Порода по крыльям.xls» : программное обеспечение для определения породной принадлежности исследуемых пчел по жилкованию крыла, Ссылка для бесплатного скачивания – *http://www.pchelovod.info/ index.php?download=1938 (нужна регистрация)*

УДК 579.695; 546.85; 502.55; 661.63

ВЛИЯНИЕ НА БИОДЕГРАДАЦИЮ БЕЛОГО ФОСФОРА СОСТАВА КУЛЬТУРАЛЬНЫХ СРЕД. БИОДЕСТРУКЦИЯ СОЕДИНЕНИЙ ФОСФОРА

Миндубаев Антон Зуфарович, *кандидат химических наук, доцент, Институт органической и физической химии им. А. Е. Арбузова КазНЦ РАН,* ***Россия, Республика Татарстан****, г. Казань, mindubaev@iopc.ru; mindubaev-az@yandex.ru*

Бабынин Эдуард Викторович, *кандидат биологических наук, Институт фундаментальной медицины и биологии, 420000,* ***Россия, Республика Татарстан,*** *г. Казань, ул. Университетская, д. 18, edward.b67@mail.ru*

Минзанова Салима Тахиятулловна, *кандидат технических наук, доцент, Институт органической и физической химии им. А. Е. Арбузова КазНЦ РАН,* ***Россия, Республика Татарстан,*** *г. Казань, minzanova@iopc.ru*

Миронова Любовь Геннадьевна, *Институт органической и физической химии им. А. Е. Арбузова КазНЦ РАН,* ***Россия, Республика Татарстан,*** *г. Казань, mironoval1963@gmail.com*

Бадеева Елена Казимировна, *кандидат химических наук, Институт органической и физической химии им. А. Е. Арбузова КазНЦ РАН,* ***Россия, Республика Татарстан,*** *г. Казань, ybadeev.61@mail.ru*

В представленном исследовании сравнивется рост аспергилла АМ1 в культуральных средах, различающихся по составу, но в качестве источника фосфора содержащих белый фосфор. Также показано, что сульфат меди $CuSO_4$ не оказывает никакого влияния на рост аспергиллов в средах с белым фосфором независимо от состава этих сред. Оказалось, что *Aspergillus niger* АМ1 способен утилизировать в качетве источников фосфора красный фосфор и фосфорорганическое вещество.

Ключевые слова: белый фосфор, красный фосфор, соединения фосфора, *Aspergillus niger*, биодеградация, культуральные среды, факторы роста.

THE EFFECT OF CULTURE MEDIA COMPOSITION ON THE BIOLOGICAL DESTRUCTION OF WHITE PHOSPHORUS. BIODESTRUCTION OF PHOSPHORUS COMPOUNDS

Mindubaev A. Z., Babynin E. V., Minzanova S. T., Mironova L. G., Badeeva E. K.

The presented study compared the growth of *Aspergillus niger* strain AM1 in culture media varying in composition but containing P_4 as the sole source of phosphorus. It has also been shown that copper sulphate ($CuSO_4$) has no effect on the growth of *Aspergillus* in media with white phosphorus, regardless of the composition of these media. It turned out that *Aspergillus niger* AM1 is able to utilize red phosphorus and organophosphorus matter in the quality of phosphorus sources.

Key words: white phosphorus, red phosphorus, phosphorus compounds, *Aspergillus niger*, biodegradation, culture media culture mediums, growth factors.

В работе сравнивается рост аспергилла АМ1 в культуральных средах, различающихся по составу, но в качестве источника фосфора содержащих белый фосфор. Из десяти сред были выбраны три, в которых аспергилл рос наиболее быстро. Эти среды решено считать оптимальными для роста. Сравнивая составы сред и скорость роста в них аспергилла, мы нашли важнейший компонент, который является благоприятным фактором для роста АМ1 и биодеградации белого фосфора. Этим компонентом оказался нитрат натрия $NaNO_3$.

В предыдущих исследованиях мы впервые наблюдали биодеградацию белого фосфора [1, 3]. Тем не менее, очевидно, что белый фосфор не может окислиться до фосфата в одну стадию. В результате метаболизма или химических превращений P_4 должны образовываться промежуточные соединения фосфора различной степени окисления. Вполне возможно, что именно они определяют генотоксичность белого фосфора [2]. Следовательно, грибы аспергиллы, обезвреживающие белый фосфор, должны осуществлять биодеградацию целого спектра соединений фосфора, многие из которых находят практическое применение и имеют высокую токсичность.

В литературных источниках сведений о метаболизме восстановленных соединений фосфора грибами немного. Тем не менее описаны примеры биодеградации культурами гри-

бов гипофосфита [5], фосфита [6] и органических фосфонатов [7]. Это указывает на возможность обезвреживать при помощи исследуемых нами штаммов грибов не только белый фосфор, но и его производные, и, соответственно, позволяет существенно расширить сферу их применения.

Использование планшетов и планшетного ридера позволило нам производить параллельные посевы разных штаммов и сравнивать скорость их роста в средах, различающихся по составу, и с различными концентрациями белого фосфора. Мы впервые провели параллельные посевы культур аспергиллов в культуральные среды нескольких составов, приведенных в таблице 1.

Таблица 1 – Состав примененных культуральных сред

Соли	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	№ 9	№ 10
NaCl	5	2.5	2.5		2.5	2.5	2.5	2.5		2.5
$NaNO_3$			4	4					4	
$MgSO_4$	0.2	0.5	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
$FeSO_4$						0.01		0.01		
$CaCl_2$	0.1			0.01						
$FeCl_3$				0.01						
KCl		0.5		0.1		0.29	0.5	0.5	0.5	
$(NH_4)_2SO_4$			1		5	5				
МОПС	8.4									
KOH	1.1									
NH_4Cl	1.1	1.1								
KNO_3										2
МОПС (3-(N-морфолино)пропансульфоновая кислота), применяемая для создания буферных растворов в биохимии.										

Культуры высевались в планшеты Corning, скорость роста оценивалась микропланшетным ридером Infinite F200 Pro, Tecan (Австрия) по интенсивности поглощения света λ 550 нм. После посева замерялась оптическая плотность в каждой лунке (всего в планшете их 96) при помощи специального спектрофотометра – планшетного ридера. Дно планшета оптическое. Различные соединения фосфора, которые могут образовываться в результате химических реакций в среде с P_4, проверялись на возможность их использования *Aspergillus niger* в качестве источника биогенного элемента фосфора. Действие этих соединений проверялось на фоне фосфатов и без них. Посев производился в модифицированную среду Придхем-Готлиба. В модификации сред, содержащих предположительные метаболиты белого фосфора, вносились источники фосфора гипофосфит, фосфит, фосфонат (нитрилотриметилфосфоновая кислота, НТФ), а также красный фосфор в сочетании с фосфатом и без него.

Наиболее оптимальными для роста явились среды № 3 и 4. В обеих средах присутствует нитрат натрия. Наименее благоприятна среда № 5, которая отличается от среды № 3 отсутствием $NaNO_3$ при замене его сульфатом аммония (аммонийная форма азота). Из этого результата можно сделать вывод о том, что *A. niger* AM1 предпочитает нитратный азот аммонийному и что нитрат является важным фактором, благоприятствующим росту данного микроорганизма и биодеградации белого фосфора.

Следует подчеркнуть, что добавление в культуральную среду сульфата меди практически не влияет на характер роста грибов (рисунок 1). Этот факт является дополнительным аргументом в пользу того, что имеет место биодеградация белого фосфора, а не химическая нейтрализация ионами меди.

В средах № 7 и 8 рост практически отсутствовал, что подтвердило значение нитратов для роста аспергиллов.

В среде № 9 оптимальными концентрациями белого фосфора являются 0,125–0,5 %. При снижении концентрации белого фосфора плотность культуры снижается. Это связано с растущей нехваткой биогенного элемента фосфора. При концентрации белого фосфора 1 % рост культуры также подавляется, что связано уже с токсичностью белого фосфора.

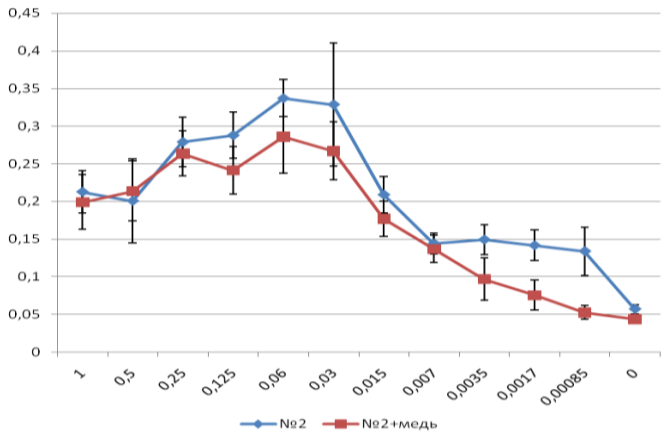


Рисунок 1 – Рост АМ1 в среде № 2 (пятые сутки после посева). Видно, что рост в варианте среды без меди даже чуть более интенсивный, чем с медью. Ось абсцисс – концентрация белого фосфора, %. Ось ординат – оптическое поглощение при λ 550 нм.

Наиболее подходящей средой оказалась среда № 10, включающая в свой состав три основных соединения: NaCl, KNO_3 и $MgSO_4$. Остальные микроэлементы поступают в среду, вероятно, с раствором глюкозы, которая используется в качестве источника углерода [4].

Было установлено, что гипофосфит натрия не может эффективно использоваться в качестве источника фосфора. Рост аспергилла на гипофосфите в отсутствие фосфата очень медленный и угнетается высокими концентрациями. Вполне возможно, что он происходит за счет фосфата, запасенного в исходной биомассе. Установлено, что фосфит калия также не может использоваться в качестве источника фосфора. На фоне фосфатов при высоких концентрациях (выше 4000 мкг/мл) он проявляет токсическое действие. По всей видимости, восстановленные соединения фосфора могут метаболизироваться грибами аспергиллами, окисляться до безвредного фосфата, но не как пищевые субстраты, а в целях детоксикации. Поэтому процесс обезвреживания сравнительно медленный и происходит только в присутствии фосфата в оптимальной концентрации – основного источника фосфора.

Комплексон НТФ, напротив, может использоваться в качестве источника фосфора, т. к. на среде без фосфатов рост культуры *A. niger* АМ1 был выше, чем в контроле, а в среде с фосфатами рост усиливается с увеличением концентрации фосфоната (рисунок 2).

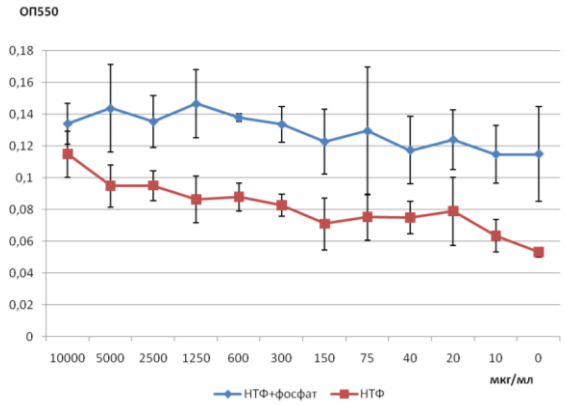


Рисунок 2 – Рост штамма *A. niger* АМ1 при разных концентрациях НТФ, в присутствии и в отсутствие фосфата, на 2-е сут.

Таким образом, этот штамм способен разлагать фосфорорганические соединения.

Аллотропная модификация элементного фосфора красный фосфор находит широкое применение. Известны попытки применения красного фосфора в качестве фосфорного удобрения [8], но без успеха.

Интересно, что красный фосфор оказался практически лишенным токсичности для аспергилла. При выращивании в полноценной (с фосфатом) среде на чашке Петри, с нанесени-

ями красного фосфора в физиологическом растворе, мицелий гриба растет буквально на красном фосфоре. Зоны подавления роста вокруг нанесенного вещества не образуются. Отмечена стимуляция спорообразования красным фосфором: конидиеносцы со спорами появляются в первую очередь в местах соприкосновения мицелия с исследуемым веществом (рисунок 3). Мы предполагаем, что красный фосфор оказывает на культуру гриба легкое стрессирующее действие, ускоряющее переход к размножению. В среде без фосфата, с красным фосфором в качестве единственного источника фосфора, также наблюдается рост аспергилла. Красный фосфор практически нерастворим в водных средах и в пробирках с культуральной средой оседает на дно. Но, по-видимому, происходит медленное окисление красного фосфора с образованием фосфорной кислоты, возможно, ускоряемое метаболическими процессами гриба.

Рисунок 3 – Рост *A. niger* AM1 в присутствии красного фосфора (на фотографии выглядит как пятна пурпурного цвета). Зона подавления роста отсутствует, и в местах соприкосновения мицелия с красным фосфором образование спор началось раньше. Снимок сделан через 4 суток после посева.

Стало быть, есть основания говорить о биодеградации красного фосфора.

Эта работа была выполнена при финансовой поддержке Фонда содействия инновациям, проект № С1-34299.

ЛИТЕРАТУРА

1. Миндубаев А. З. Влияние состава культуральных сред на биодеградацию белого фосфора грибами *Aspergillus niger* / А. З. Миндубаев, Э. В. Бабынин, Е. К. Бадеева[и др.] // Бутлеровские сообщения. – 2019. – Т. 58. – №5. – С. 1–23.

2. Миндубаев А. З. Генотоксичность и цитогенетическое действие белого фосфора / А. З. Миндубаев, Э. В. Бабынин, Е. К. Бадеева [и др.] // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2019. – Т. 9. – № 1. – С. 81–94.

3. Миндубаев А. З. От яда к удобрению / А. З. Миндубаев // Наука и жизнь. – 2019. – № 3. – С. 46-47.

4. Миндубаев А. З. Устойчивость к белому фосфору штаммов *Aspergillus niger* / А. З. Миндубаев, Э. В. Бабынин, А. Д. Волошина [и др.] // Отходы, причины их образования и перспективы использования : Сб. тр. Междунар. научн. экол. Конф. – Краснодар, 26–27 марта 2019 г. – С. 52–56.

5. Мухаметова Г. М. Биодеградация растворов для химического никелирования / Г. М. Мухаметова, Е. Г. Винокуров, Е. С. Бабусенко, В. Д. Скопинцев // Известия высших учебных заведений. Серия «Химия и химическая технология». – 2018. – Т. 61. – № 9–10. – С. 89–97.

6. Herrera-Estrella L. R. Fungi adapted to metabolize phosphite as a source of phosphorus / L. R. Herrera-Estrella, D. L. López-Arredondo, A. H. Herrera-Estrella // Patent US 2012/0285210 A1. Nov. 15, 2012.

7. Klimek-Ochab M. Phosphate-independent utilization of phosphonoacetic acid as sole phosphorus source by a psychrophilic strain of *Geomyces pannorum* P15 / M. Klimek-Ochab // Folia Microbiol. – 2014. – Vol. 59. – No. 5. – P. 375–380.

8. Sokolov, A.V. Use of Red Phosphorus as Fertilizer / A.V. Sokolov, N.D. Talanov, K.F. Gladkova, G.V. Speranskaya, V.G. Bulaeva, L.V. Vasil’eva // Khim. Sel'sk. Khoz. – 1976. – Vol. 14. – P. 22–24.

УДК 504.4.054

ВЛИЯНИЕ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА НА ФОРМИРОВАНИЕ БИОГЕННОЙ НАГРУЗКИ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Минакова Елена. Анатольевна, *кандидат географических наук, доцент кафедры биоэкологии, Казанский (Приволжский) федеральный университет (КФУ),* ***Россия, Республика Татарстан****, ekologyhel@mail.ru*

Шлычков Анатолий Петрович, *кандидат географических наук, старший научный сотрудник, Институт проблем экологии и недропользования АН РТ (ИПЭН АН РТ),* ***Россия, Республика Татарстан****, anatoliy.shlychkov@yandex.ru*

Кондратьев Сергей Александрович, *доктор физико-математических наук, Институт озероведения РАН (ИНОЗ РАН),* ***Россия,*** *kondratyev@limno.org.ru*

Брюханов Александр Юрьевич*, доктор технических наук, Институт инженерных и агроэкологических проблем сельскохозяйственного производства (ИАЭП),* ***Россия,*** *sznii@yandex.ru*

Приведены результаты совместного анализа режима температуры и атмосферных осадков, динамики внесения азотных и фосфорных удобрений и концентраций биогенных веществ в воде р. Казанки. Получены уравнения регрессии, описывающие зависимость концентраций биогенных веществ от исследуемых факторов. Рассчитаны предельно допустимые нормы внесения минеральных удобрений с учетом метеорологических особенностей водосбора р. Казанки.

Ключевые слова: биогенные вещества, эвтрофикация, режим температуры и осадков, азотные и фосфорные удобрения, предельно допустимые нормы внесения минеральных удобрений

INFLUENCE OF AGROLANDSCAPES ON FORMATION OF BIOGENIC LOAD OF THE KUIBYSHEV RESERVOIR

Minakova E.A., Shlychkov A.P., Kondratyev S.A., Bryhanov A.Yu.

The results of a joint analysis of the temperature and atmospheric precipitation regime, the dynamics of nitrogen and phosphorus fertilizer application, and the concentrations of nutrients in the water of the river Kazanka are given. Regression equations describing the dependence of the concentrations of nutrient substances on the investigated factors are obtained. The maximum permissible rates of application of mineral fertilizers are calculated taking into account the meteorological features of the catchment in the river Kazanka.

Key words: nutrient substances, eftrophication, temperature and precipitation regime, nitrogen and phosphorus fertilizers, maximum permissible rates of application of mineral fertilizers

Процесс антропогенного эвтрофирования является следствием нарушения устойчивости водных экосистем и по степени опасности глобального антропогенного воздействия на окружающую среду на XXII Сессии ЮНЕП в 1984 г. был поставлен на первое место. Сельскохозяйственные территории являются важным источником диффузного поступления в водные объекты азота и фосфора. Источники азота и фосфора на сельскохозяйственных территориях большей частью динамичны, изменения в их характеристиках происходят через произвольные интервалы, причём выходные параметры источников могут изменяться на несколько порядков, что значительно усложняет процессы расчёта диффузных нагрузок на водные объекты.

В настоящей работе изложены результаты первого года исследований по оценке внешней биогенной нагрузки на Куйбышевское водохранилище, которые выполнялись в рамках приоритетного проекта "Сохранение и предотвращение загрязнения реки Волги" (утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и приоритетным проектам, протокол от 30.08.2017 N 9) по теме 3.4. «Разработка Концепции по снижению поступления загрязняющих веществ с естественных ландшафтов, селитебных территорий, земель сельскохозяйственного значения, промышленных площадок предприятий, предприятий животноводческого комплекса, полигонов захоронений и свалок, объектов транспортной инфраструктуры». Работы выполнялись силами Института озероведения РАН (ИНОЗ РАН) [1, 2], Казанского Федерального Университета (КФУ) [3–5] и Института инженерных и агроэкологических проблем сельскохозяйственного производства (ИАЭП) [1, 2].

Куйбышевское водохранилище – крупнейшее в Евразии и третье в мире по площади (6450 км^2) – образовалось на реке Волге в 1955—1957 годах после завершения строительства плотины Волжской (ныне Жигулёвской) ГЭС у города Ставрополья (ныне Тольятти). Основным объектом настоящего исследования является частный водосбор Куйбышевского водохранилища с площадью ≈ 91000 км^2, ограниченный на севере Чебоксарской ГЭС, на востоке – местом впадения р. Вятки в р. Каму, на юге – Жигулёвской ГЭС. В качестве пилотных объектов были выбраны водосборы рек Свияга, Казанка и Степной Зай, расположенные на правобережной и левобережной частях изучаемого бассейна. Обе реки относятся к категории средних равнинных рек с площадями водосбора от 2000 до 50000 км^2.

Для расчета нагрузки сельскохозяйственного производства на пилотных водосборах собрана и обработана информация о деятельности крупных сельскохозяйственных предприятий с учетом их особенностей, количестве вносимых минеральных и органических удобрений, выращиваемых культурах, типах почв и их механическом составе, а также удаленности от гидрографической сети. Результаты расчетов содержатся в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты расчёта фактической сельскохозяйственной диффузной нагрузки азота и фосфора на пилотные водные объекты в пределах Республики Татарстан

Водосборный бассейн	Азот, т/год	Фосфор, т/год
р. Казанка	911	86
р. Свияга	380	32
р. Степной Зай	1471	108

Далее выполнена приближенная оценка биогенной нагрузки на Куйбышевское водохранилище со всего частного водосбора. Для решения поставленной задачи по данным спутниковой съемки проведена классификация типов подстилающей поверхности для всей площади водосбора. При выполнении расчетов значения параметров модели, полученные для Свияги, использовались при расчете формирования нагрузки на водохранилище с правобережной части водосбора (таблица 2). Параметры выноса с водосбора р. Казанки и р. Степной Зай позволили оценить левобережную биогенную нагрузку на водохранилище. Расчеты выполнялись из предположения, что интенсивность увеличения сельскохозяйственной нагрузки пропорциональна увеличению открытых полевых площадей, идентифицируемых по данным космической съемки. Кроме суммарного выноса валовых форм азота и фосфора, рассчитаны его природная (фоновая) и диффузная (антропогенная) составляющие.

Рассчитанные значения ориентировочной оценки биогенной нагрузки на Куйбышевское водохранилище в левобережной и правобережной частях водосбора в современных условиях составили 40559 т N/год и 1496 т P/год для условий средней водности.

Таблица 2 – Приближенная оценка средней многолетней биогенной нагрузки на Куйбышевское водохранилище с правобережной части водосбора

Результаты расчета	N_{tot}	P_{tot}
Правобережная нагрузка на Куйбышевское водохранилище (т/год)	10836,2	468,3
Природная (фоновая) составляющая	566,9	22,3
Диффузная (антропогенная) составляющая, включ. атмосферные выпадения	10241,2	444,7
Левобережная нагрузка на Куйбышевское водохранилище (т/год)	29723,4	1028,0
Природная (фоновая) составляющая	2710,6	79,0
Диффузная (антропогенная) составляющая, включ. атмосферные выпадения	25367,6	918,1

При этом вклад левобережной части – около 69 % по фосфору и 73 % по азоту от значения суммарной нагрузки. Также в работе выделена фоновая (природная) и диффузная (антропогенная) составляющих нагрузки. Вклад диффузной составляющей в общую биогенную нагрузку на водохранилище со стороны водосбора весьма велик (85–95 % от значения суммарной нагрузки).

ЛИТЕРАТУРА

1. Брюханов А. Ю. Методика определения биогенной нагрузки сельскохозяйственного производства на водные объекты / А. Ю. Брюханов, С. А. Кондратьев, Н. С. Обломкова,

А. С. Огуздин, И. А. Субботин // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2016. – № 89. – С. 175–183.

2. Брюханов А. Ю. Оценка сельскохозяйственной биогенной нагрузки, сформированной на речных водосборах бассейна Куйбышевского водохранилища / А. Ю. Брюханов, С. А. Кондратьев, Э. В. Васильев, Е. А. Минакова, А. В. Терехов, Н. С. Обломкова // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2018. – № 3 (96). – С. 175– 86.

3. Минакова Е. А. Подходы к региональному нормированию нагрузки фосфор- и азотсодержащих минеральных удобрений на водосборную площадь реки / Е. А. Минакова, В. З. Латыпова, Ю. П. Переведенцев // Безопасность жизнедеятельности. – 2003. – № 12. – С. 36.

4. Минакова Е. А. Формирование качества поверхностных вод малых рек в различных физико-географическх районах Республики Татарстан / А. П. Шлычков, В. З. Латыпова, Е. А. Минакова, Р. Н. Давыдов, А. Р. Ильясова // Проблемы региональной экологии. – № 5. – 2012. – С. 7–13.

5. Минакова Е. А. Поверхностный сток биогенных элементов с аграрно освоенных водосборов:роль метеорологических факторов / А. П. Шлычков, В. З. Латыпова, Е. А. Минакова, А. Р. Ильясова // Проблемы региональной экологии. – 2012. – № 4. – С. 55–61.

УДК 631.86

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ

Мустафаев Болатжан Абдыканович, *кандидат сельскохозяйственных наук, профессор ПГУ им С. Торайгырова,* ***Республика Казахстан****, г. Павлодар*

Какежанова Зибагуль Ермуратовна, *ПГУ им С. Торайгырова,* ***Республика Казахстан,*** *г. Павлодар*

Мустафаева Назымгуль Болатжановна*, ПГУ им С. Торайгырова,* ***Республика Казахстан,*** *г. Павлодар*

В данной статье рассматривается влияние биологических факторов повышения плодородие почвы на влажность и содержание гумуса на посевах культуры гречихи с различными влагонакопительными фонами.

Ключевые слова: плодородие, гумус, солома, биогумус, навоз, стерневые кулисы.

USING BIOLOGICAL FACTORS TO INCREASE SOIL FERTILITY

Mustafaev B. A., Kakezhanova Z. E., Mustafaeva N. B.

This article examines the influence of biological factors that increase soil fertility on the humidity and humus content of buckwheat crops with different moisture-accumulating backgrounds.

Keywords*: fertility, humus, straw, biohumus, manure, stubble scenes.*

В настоящее время процессы разрушения почв и снижения их продуктивности по разным причинам во всем мире приобретают катастрофические размеры. Неблагоприятная ситуация сложилась и в Казахстане, где большая часть почвенных ресурсов в различной степени подвержена деградационным процессам. По данным А. И. Иорганского, в настоящее время почти все пахотные почвы заметно утратили плодородие. Содержание гумуса уменьшалось в среднем на 25–30 % и значительно изменился его состав. А ежегодные его потери оцениваются в 0,6–1,2 т/га.

По обобщенным отечественным и зарубежным данным уменьшение содержания гумуса на 1 % снижает урожайность зерновых в среднем на 5–6 ц/га. Основные потери гумуса связаны, с одной стороны, с его минерализацией под влиянием интенсивной обработки поч-

вы, особенно в паровых полях. А с другой – с недостаточным поступлением в пахотный слой почвы пожнивных остатков и органических удобрений. В этой связи большое значение придается мульчированию почвы соломой. В 1 т соломы содержится 5–6 кг азота, 1–1,4 кг фосфора, 12–18 кг калия, 2–3 кг кальция, 5 г молибдена, 0,2–1,0 г кобальта. Причем в соломе микроэлементов больше, чем в зерне тех же культур [1]. Поэтому солому можно рассматривать, как ценное органическое удобрение, способствующее повышению плодородия почвы. Одна тонна соломы зерновых культур по содержанию органического вещества, азота, фосфора и калия равноценна 2–3 т полуперепревшего навоза влажностью 75 % [2]. Применение соломы отнюдь не исключает использования минеральных удобрений как средства получения приемлемых урожаев высококачественной сельскохозяйственной продукции. Однако в настоящее время минеральные удобрения в Казахстане используются явно недостаточно. Основная причина – их дороговизна.

При постоянном пополнении свежим органическим веществом почва сохраняет высокую продуктивность и устойчивость к неблагоприятным факторам. Эффективное использование природных ресурсов на современном этапе развития сельского хозяйства немыслимо без экологической оптимизации агроэкосистем. Реальная экологическая стабильность последней может осуществляться только путем их ориентации на природу, имитации естественных свойств.

Так, существующие агроэкосистемы Северного Казахстана, в том числе Павлодарской области, это в основном бывшие злаковые, разнотравно-злаковые и типчаково-ковыльные степи, распаханность которых в недалеком прошлом достигла 53,7–76,9 %. Природная степь трансформирована преимущественно в пахотные угодья с прямоугольными полями (300–500 га) без особого учета почвенных условий, контурности и рельефа местности.

В целом созданные агроэкосистемы были противопоставлены природе, это немедленно вызвало деградацию почв. На огромной территории возникли и стали усиливаться процессы ветровой и водной эрозии, дегумификация и загрязнения окружающей среды. Сильно пострадал почвенный и растительный покров степной зоны, значительно снизилось содержание гумуса и питательных веществ в пахотном слое, заметно уменьшилась продуктивность пахотных угодий, естественных сенокосов и пастбищ.

Природа в степных условиях диктует целесообразность отмирания и сохранения на поверхности почвы надземной биомассы не менее 15–20 т/га на образование перегноя, поддержание оптимального режима температуры и увлажнения, жизнедеятельности почвенных организмов. Сохранение растительных остатков на поверхности почвы – самый простой низкозатратный природный способ воспроизводства органического вещества, накопления почвенной влаги, защиты почвы от ветровой и водной эрозии, регулирования её температурного режима [3].

Методы исследования. Основные опыты заложены на базе «Павлодарская сельскохозяйственная опытная станция». Полевой опыт заложен в условиях степи северо-востока Казахстана в почвенной подзоне каштановых почв Павлодарской области по схеме:

Фактор А – биологические фоны по влагонакоплению

А1 – обычная стерня

А2 – измельченная, разбросанная солома фактического урожая (1–2 т/га)

А3 – стерневые кулисы

Фактор В – удобрения на органической основе

В1 – контроль

В2 – $N_{40}P_{40}$

В3 – биогумус 1 т/га

В4 – навоз 30 т/га

Повторность опыта трехкратная. Размещение вариантов систематическое. Количество вариантов 12, количество делянок 36.

Результаты исследования. Основным фактором, лимитирующим получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур в условиях засушливой степи, является влага. Сель-

скохозяйственные культуры обеспечиваются влагой только за счет атмосферных осадков, поэтому для условий засушливой степи сохранение и рациональное использование влаги в почве является первостепенной задачей земледельца. Водный режим почвы под культурами складывается в зависимости от условий влагообеспеченности года. В зоне проведения исследований наиболее благоприятными для возделывания сельскохозяйственных культур бывают годы, когда осадков выпадает значительно больше, чем среднемноголетняя норма.

Таблица 1 – Запасы продуктивной влаги по влагонакопительным приемам после схода снега, 2015–2017 гг.

Фон	Горизонты, см							
	2015		2016		2017		среднее	
	0–20	0–100	0–20	0–100	0–20	0–100	0–20	0–100
Стерневой	24,6	85,0	21,8	71,9	29,5	92,2	25,3	83,0
Разбросанная солома фактического урожая	32,7	92,7	25,7	79,7	31,1	93,8	29,8	88,7
Стерневые кулисы	35,6	95,0	28,2	82,3	35,8	101,8	33,2	93,0

Так, за три года (2015, 2016, 2017 гг.) на посевах гречихи, после схода снега, наибольшее количество продуктивной влаги в 0–100 см слое почвы было отмечено на фоне стерневых кулис 93,0 мм по сравнению со стерневым фоном 83,0 мм и фоном разбросанная солома фактического урожая 88,7 мм.

Таблица 2 – Содержание гумуса в 0–20 см слое почвы в зависимости от применяемых доз удобрений, %

Варианты	Гумус, %							
	перед посевом				в период уборки			
	2015	2016	2017	средн	2015	2016	2017	средн
Стерневой фон								
Контроль	1,33	1,36	1,33	1,34	1,26	1,30	1,28	1,28
$N_{40}P_{40}$					1,28	1,27	1,32	1,29
Биогумус 1 т/га					1,34	1,38	1,39	1,37
Навоз 30 т/га					1,34	1,35	1,36	1,35
Разбросанная солома фактического урожая								
Контроль	1,35	1,37	1,35	1,36	1,28	1,31	1,28	1,29
$N_{40}P_{40}$					1,29	1,30	1,34	1,31
Биогумус 1 т/га					1,37	1,39	1,45	1,40
Навоз 30 т/га					1,35	1,36	1,38	1,36
Стерневые кулисы								
Контроль	1,33	1,34	1,32	1,33	1,28	1,29	1,28	1,28
$N_{40}P_{40}$					1,30	1,27	1,31	1,29
Биогумус 1 т/га					1,33	1,35	1,40	1,36
Навоз 30 т/га					1,32	1,32	1,38	1,34

Основным показателем плодородия является гумус. Исследуемые почвы в целом характеризуются очень низким содержанием гумуса, которое находится в пределах 1,33–1,36 % по всем влагонакопительным фонам. Совокупное влияние различных видов удобрений и фона на содержание гумуса на посеве гречихи показало, что более благоприятными являются стерневой и стерневые кулисные фоны. А по вариантам опытов вариант с биогумусом является наиболее благоприятным на фоне разбросанной соломы – увеличил содержание гумуса на 0,04 % , на фоне стерневого фона на 0,03 %, на фоне стерневого кулиса 0,03 %.

Как показывают исследования, внесение органических удобрений увеличивает содержание гумуса в пахотном слое почвы по сравнению с контрольным вариантом на 0,06–0,12 %, на варианте с внесением минеральных удобрений в дозе $N_{40}P_{40}$ содержание гумуса уменьшилось на 0,01–0,02 %.

ЛИТЕРАТУРА

1 Башков А. С. Влияние биологизации земледелия на плодородие дерново-подзолистых почв и продуктивность полевых культур / А. С. Башков, Т. Бортник // Аграрный вестник Урала. – 2012. – № 1. – С. 16–19.

2 Киреев А. К. Основные пути биологизации богарного земледелия в Казахстане / А. К. Киреев, Е. Н. Нурманбетов // Вестн. Казахского аграрного университета им. С. Сейфуллина. – 2002. – Т. 3. – С. 184–188.

3 Ирмулатов Б. Р. Ресурсосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур на северо-востоке Казахстана / Б. Р. Ирмулатов, Б. А. Мустафаев и др. // Рекомендации. – Павлодар, 2009. – 106 с.

УДК: 581.132.633.11

УРОЖАЙНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ В ГОРНЫХ АГРОЛАНДШАФТАХ ТАДЖИКИСТАНА И АФГАНИСТАНА

Партоев Курбонали, *доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Институт ботаники, физиологии и генетики растений АН РТ;* ***Таджикистан****, г. Душанбе, ул. Карамова, 27, pkurbonali@mail.ru*

Нихмонов Иматбек Сироджович, *Институт ботаники, физиологии и генетики растений АН РТ;* ***Таджикистан****, г. Душанбе, ул. Карамова, 27, imatbek.nikhmonov@akdn.org*

Изучение характера формирования урожая различных образцов картофеля в двух разных сельскохозяйственных угодьях (Таджикистан на высоте 2100 м и Афганистан м над уровнем моря) показало большую разницу. Установлено, что в условиях Ванчского района Таджикистана (на высоте 2100 м над уровнем моря) по урожайности по сравнению с другими сортами картофеля такие образцы, как AS-1, Файзабад, Сурхоб и Таджикистан, имеют высокие показатели. Особенно большой урожай получают по таким новым перспективным сортам картофеля, как Сурхоб и Таджикистан. Эти сорта картофеля на высоте 2100 метров над уровнем моря обеспечивают получению урожая клубней в количестве 42–52 т/га, что это намного больше, чем других образцов картофеля. В связи с этим, таким новым сортам картофеля, как Таджикистан, АС-1, Файзабад, Сурхоб и Рашт, можно рекомендовать для выращивания в производственных условиях агроэкологических зон горного региона Бадахшан на высоте 2100 м над уровнем моря, уровень (Таджикистан) и на высоте 2600 м над уровнем моря (Афганистан) в будущем.

Ключевые слова: картофель, экосистема, агроландшафт, сортообразцы, высота над уровнем моря, урожайность, Таджикистан, Афганистан.

PRODUCTIVITY OF POTATO IN MOUNTAIN AGROLANSHATS OF TAJIKISTAN AND AFGHANISTAN

Partoev K., Nikhmonov I. S.

The studying of nature of formation of a harvest of various samples of potatoes in two different agro land shafts (Tajikistan at the height of 2100 m and Afghanistan of m above sea level) showed a big difference. It is established that in the conditions of the Vanch district of Tajikistan (at the height of 2100 m above sea level) on productivity as compared to with other grades of potatoes such samples as AS-1, Faizabad, Surkhob and Tajikistan have high rates. Especially big yield is received on such new perspective grades of potatoes as Surkhob and Tajikistan. These grades of potatoes at the height of 2100 meters above sea level provide to receiving a harvest of tubers in number of 42-52 t/hectare that it much more, than other samples of potatoes. In this regard, to such new grades of potatoes as Tajikistan, AS-1, Faizabad, Surkhob and Rasht it is possible on to recommend for cultivation under production conditions of agro ecological zones of the mountain region Badakhshan at the height of 2100 m above sea level (Tajikistan) and at the height of 2600 m above sea level (Afghanistan) in the future.

Keywords: potato, ecosystem, agro land shaft, samples, height above sea level, yield, Tajikistan, Afghanistan.

Такие аэроландшафтные факторы в условиях горных массивов, как более прохладный климат, высота над уровнем моря, перепады температур, солнечная инсоляция и инновационные агротехнические приёмы при возделывании картофеля играют особую роль в деле получения высокого урожая картофеля. В связи с этим особое значение имеет изучение реакции разных генотипов и сортообразцов картофеля в горном ландшафте, а также использование на посадку оздоровленного семенного материала и соблюдение основных агротехнологических приёмов при возделывании растений [1–3].

Горные массивы экосистемы Бадахшана, расположенные на сопредельных территориях республик Таджикистана и Афганистана на высоте более 2100 м н. ур. м., или оптимальные агроэкологические условия для выращивания картофеля. Цель исследований заключалась в изучении характера формирования продуктивности различных сортов картофеля в зависимости от условии агроландшафтов в условиях горной зоны Бадахшана республик Таджикистана и Афганистана. Объектами исследования послужили элитные семенные клубни 10 сортообразцов картофеля селекции Института ботаники, физиологии и генетики растений АН РТ. Посадка семенных клубней сортообразцов картофеля проведена в апреле–мае по схеме посадки 70 × 35 см. Опыты проводились в течение 2016–2018 гг. на территории Ванчского района Республики Таджикистан на высоте более 2100 м н. ур. м. и на территории Ишкашимского района Республики Афганистан на высоте более 2600 м н. ур. м. Во время вегетации сортообразцов картофеля велись следующие фенологические наблюдения за растениями: учет всходов сортообразцов картофеля; даты наступления основных фаз развития растений (бутонизация, цветение, отмирание ботвы и уборка урожая). Определялась также продуктивность и общая биомасса растений (массы листьев, стеблей, корней и клубней). Агротехника на опытных участках состояла из проведения предпосевной обработки почвы, посадки, междурядных обработок (два раза вручную), внесения NPK (100+150+80 кг/га) и вегетационных поливов (7–8 раз).

Как показали исследования, сортообразцы картофеля в условиях Ванчского (Таджикистан) и Ишкашимского (Афганистан) районов имеют разные показатели урожайности (рисунок).

В условиях горной зоны Таджикистана наиболее высокий урожай клубней наблюдается у сортообразцов картофеля АН-1 (Академия наук-1), Файзабад, Сурхоб и Таджикистан. Урожайность у этих сортообразцов соответственно составляет 42,5; 42,9; 49,0 и 51,5 т/га, что по сравнению со стандарным сортом Зарина соответственно больше на 40,7; 43,0; 63,3 и 71,1 %, а по сравнению с показателями средней урожайности у всех сортообразцов картофеля соответственно больше на 8,1; 9,2; 24,7 и 31,0 %. Сравнительно низкий урожай имеют сортообразцы Нилуфар и Зарина, соответственно 27,7 и 30,2 т/га. Средняя урожайность у всех сортообразцов картофеля в условиях Таджикистана составила 39,3 т/га.

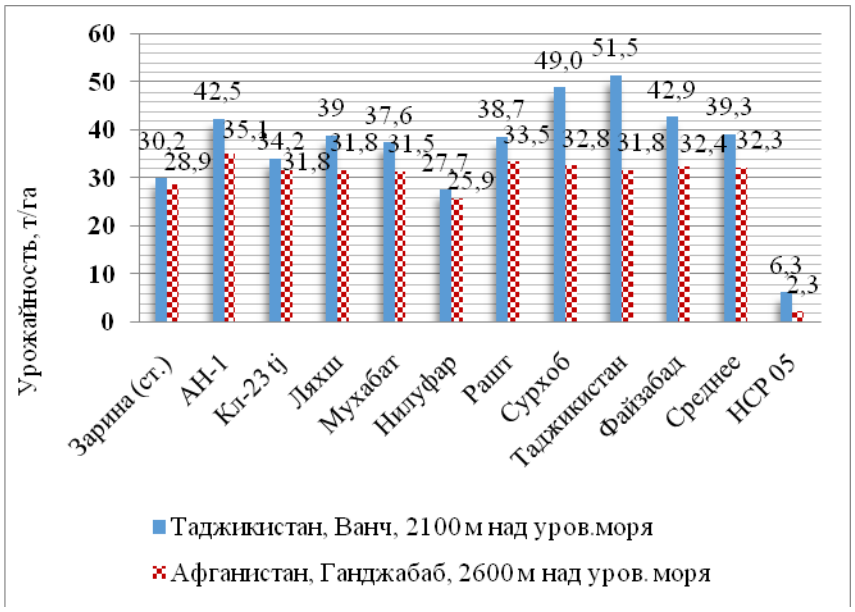


Рисунок – Урожайность сортообразцов картофеля в условиях Таджикистана и Афганистана (среднее за 2016–2018 гг.).

Сортообразцы картофеля в условиях Ишкашимского района Афганистана имеют разные показатели урожайности. Здесь наиболее низкий урожай клубней наблюдается по сортообразцам картофеля Нилуфар и Зарина (25,8–28,9 т/га), а наибольший урожай имеют сорта Сурхоб, Рашт и АН-1 (33,4–35,1 т/га). Эти сорта по урожайности превышают

стандарный сорт картофеля Зарина на 13,5; 15,9 и 21,5 %. Остальные сорта (Мухаббат, Рашт, Лахш, Сурхоб и Клон-23tj) имеют почти одинаковую урожайность (31,5–32,8 т/га). Средняя урожайность у всех сортов картофеля в условиях Афганистана составила 32,3 т/га. Все новые сорта картофеля (кроме сорта Нилуфар) по урожайности превышают стандартный сорт Зарина на 9,0–21,5 %. Сортообразец картофеля Нилуфар дал меньший урожай по сравнению со стандартным сортом Зарина на 10,3 %.

Таким образом, в условиях Ванчского района Таджикистана высокие показатели урожайности имеют такие сортообразцы картофеля, как АН-1, Файзабад, Сурхоб и Таджикистан. Эти сорта картофеля обеспечивают получение урожая клубней в количестве 42–52 т/га, что значительно больше, чем других сортообразцов картофеля в условиях Ванчского района на высоте 2100 м н. ур. м. В условиях Ишкашимского района Афганистана на высоте 2600 м н. ур. м. по продуктивности и урожайности лучшие показатели имеют такие сортообразцы картофеля, как Сурхоб, Рашт и АН-1. В связи с этим такие новые сорта картофеля, как Таджикистан, АН-1, Сурхоб и Рашт можно по порекомендовать для возделывания в производственных условиях агроэкологических зон горного края Бадахшана на высоте 2100 м над уровнем моря (Таджикистан) и на высоте 2600 м н. ур. м. (Афганистан) в будущем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анисимов Б. В. Картофелеводство в России: производство, рынок. 89 проблем семеноводства. Совершенствование технологии возделывания картофеля / Б. В. Анисимов. – Пенза, 2000. – С. 3–12.

2. Партоев К. Селекция и семеноводство картофеля в условиях Таджикистана / К. Партоев – Душанбе, 2013. – 190 с.

3. Стрельцова Т. А. Экологическая изменчивость признаков картофеля в разных по вертикальной зональности районах Горного Алтая : Автореф. док. дисс. … д-ра с.-х. н. / Т. А. Стрельцова. – Горно-Алтайск, 2008. – 40 с.

УДК 663.52:663.55.6

РЕЦИКЛИНГ ОТХОДОВ СПИРТОВОЙ БАРДЫ

Бекузарова Сарра Абрамовна, *профессор, доктор селькохозяйственных наук, Горский государственный аграрный университет,* ***Россия, Северная Осетия,*** *г. Владикавказ*

Кабалоев Таймураз Хамбиевич, *профессор, доктор технических наук, Горский государственный аграрный университет,* ***Россия, Северная Осетия,*** *г. Владикавказ*

Дзанагов Созырко Хасанбекович, профессор, доктор селькохозяйственных наук, *Горский государственный аграрный университет,* ***Россия, Северная Осетия,*** г. *Владикавказ*

Приводятся результаты исследований по приготовлению и применению удобрений на основе утилизированной спиртовой барды, в которую дополнительно вводят цеолитсодержащую глину, насыщенную водным раствором бора и йода, негашеную известь, биопрепарат Никфан и в качестве органического вещества скошенную массу сорных растений. Такой компост обеспечивает значительные прибавки в урожайности зерна сои, кукурузы и гречихи.

Ключевые слова: удобрения, урожайность, биопрепарат, сорные растения, утилизация отходов, спиртовая барда.

WASTE RECYCLING ALCOHOL

Bekuzarova S. A., Kabaloev T. Kh., Dzanagov S. Kh.

The results of studies on the preparation of fertilizers for crops based on a recycled distillery stillage, to which additionally zeolite–containing clay, saturated with an aqueous solution of boron and iodine quicklime, a biological product Nikfan and a mowed mass of weed plants are presented. Such compost provides a significant increase in the yield of grain of soybean, corn and buckwheat.

Key words: fertilizers, yield, biological product, weeds, waste disposal

Спиртовая промышленность тесно связана с сельским хозяйством. Получая от сельского хозяйства растительное сырьё и извлекая из него наиболее ценную часть углеводов, возвращает ему белковые витаминизированные корма [1, 2]. Она является единственной отраслью, ко-

торая способна превращать дефекты (порченные зерно и картофель) в доброкачественные продукты, а послеспиртовую барду использовать в качестве корма для скота и альтернативы минеральным удобрениям, от чего увеличивается прибыльность сельскохозяйственных предприятий.

Проблема рационального использования спиртовых отходов, в частности спиртовой барды, имеет два взаимосвязанных аспекта – экономический и экологический [3, 4]. Если первый связан с расширением ресурсных возможностей народного хозяйства Республики Северная Осетия-Алания, то второй зависит от непрерывного роста негативного воздействия отходов производства на окружающую среду по причине высокой кислотности утилизированных отходов, pH которых менее 4. В водоемах от этих отходов погибают живые организмы, подкисляется почва [5], снижается продуктивность всех растений.

За последние годы проводится интенсивная работа в области исследований экономически выходных и экологически безопасных нетрадиционных удобрений, в частности спиртовой барды, как компонент интенсивной технологии возделывания сельскохозяйственных культур [6]. Нами разработаны методологические вопросы утилизации спиртовой барды и выявлены эффективные направления рециклинга отходов спиртового производства.

Методы и объекты исследований. Для получения комплексного удобрения на основе утилизированной спиртовой барды использовали 15–20 % негашеной извести, цеолитсодержащую глину Аланит 20–25 %, которую насыщали микроэлементами: 0,2 % бором и 0,1 % йодом в течении 8–10 час с последующим введением органических веществ в виде массы сорных растений в количестве 10–15 % и биопрепарата Никфан в концентрации 0,2 % водного раствора в количестве 5–6 % от общего объёма смеси.

Опыты осуществляли на выщелоченном черноземе экспериментального участка Северного Кавказа НИИ горного и предгорного сельского хозяйства Владикавказского научного центра РАН.

Приготовленное удобрение вносили под зяблевую вспашку, что обеспечивает достаточное количество макро- и микроэлементов для возделывания сельскохозяйственных культур.

Результаты исследований. Спиртовая барда (кислотность 3,8) содержит (в %) сырой протеин 20–27 (в зависимости от исходного сырья), жир 5,3; золу 4–5; кальций 0,3; фосфор – 0,53 и другие макро- и микроэлементы в пределах 0,1–1.

Негашеная известь, содержащая кальций и магний, смешанная со спиртовой бардой, снижает кислотность до уровня pH 5,8. Вводимый Аланит (цеолитсодержащая глина) в количестве 20–25 % от общего объёма смеси обеспечивает полную нейтрализацию раствора.

Аланит – цеолитсодержащая глина, содержит (в %) – кремний 49–51; алюминий 14–16; железо 4–6; кальций 30–32; калий 0,07; фосфор 0,36; азот 0,36; марганец 0,04; серу 0,98, магний 1,6, а также микроэлементы – цинк, медь, кобальт и другие (в пределах 0,1–0,8 %). Реакция среды щелочная (pH–8,64). Как и все цеолиты, аланит имеет слабую водоотдачу (3 %), высокую теплоемкость (коэффициент 0,34) и повышенную адсорбционную способность, за счет чего добавляемый водный раствор с бором и йодом в течение 8–9 ч насыщает глину этими элементами в удобрительной смеси.

Полученный раствор барды, извести и аланита, насыщенный микроэлементами, дополняется скошенными сорными растениями, сохранившимися в конце летнего сезона (амброзия полыннолистная, ежовник обыкновенный, коммелина обыкновенная, солянка обыкновенная, цикламена дурнишковидная, дурнишник зобовидный, чертополох колючий, бодяк полевой, полынь обыкновенная, цикорий обыкновенный и многие другие сорные растения, произрастающие на участке). Всю биомассу собранных сорняков помещают в емкость приготовленной смеси (барды, извести, Аланита). Для ускорения брожения в смесь добавляют биопрепарат Никфан в концентрации 0,2 % водного раствора и в количестве 5–6 % от общего объема.

Никфан – биопрепарат, содержащий комплекс аминокислот, ферментов, фитогормонов, а также компоненты с включением гуминовых веществ. Препарат Никфан в такой концентрации (0,2 %) достигает высокой эффективности в усилении брожения комплексного удобрения.

В емкость заливают послеспиртовую барду – отходы спиртового производства в количестве 100 л, к которой добавляют 15 кг негашеной извести. Предварительно глину Аланит в количестве 20 кг насыщают водным раствором бора (борная кислота в количестве 20 г на 1 л воды) и йодом (10 г йодида калия на 1 л воды). Аланит измельчают, заливают двумя раство-

рами с микроэлементами и выдерживают 8–10 ч. Смесь перемешивают, добавляя в емкость 10 кг сорных растений, содержащих комплекс органических веществ. К общему объему удобрений добавляют 5 л водного раствора биопрепарата Никфан в концентрации 0,2 %. Приготовленную смесь комплексного удобрения используют на 1 га. После приготовления смеси удобрение вносят в почву и запахивают (таблица)

Таблица – Продуктивность зерна сельскохозяйственных культур после внесения удобрений, полученных на основе спиртовой барды (т/га)

Варианты опыта	Соя	Гречиха	Кукуруза
Контроль (без удобрений)	1,2	1,6	38,8
Спиртовая барда + негашеная известь	2,0	2,3	44,2
Спиртовая барда + негашеная известь +глина Аланит	2,6	2,5	48,6
Спиртовая барда + сорные растения	2,2	2,1	39.6
Спиртовая барда + Аланит	2,5	2,8	45,8
Спиртовая барда +Аланит +биопрепарат Никфан	2.8	3,1	49,4
Спиртовая барда + сорные растения +биопрепарат Никфан	3,0	3,3	43,9
Негашеная известь + Аланит + сорные растения	2,9	3,1	51.2
Негашеная известь +Аланит +сорные растения + Биопрепарат Никфан + насыщенным Аланита водным раствором бора и йода	3,6	3,8	56,9

Из таблицы следует, что полученные удобрения на основе утилизированной барды обеспечивают значительную прибавку урожая в сравнении с контролем: сои на 2,4, гречихи на 2,2 и кукурузы на 18,8 т/га. При этом повышается не только урожайность, но и качество продукции, плодородие почв, а главное – приготовленное удобрение значительно дешевле, чем традиционные минеральные, применяемые обычно в хозяйствах.

Следовательно, приготовленное удобрение на основе утилизированной спиртовой барды, обладает комплексом питательных веществ, позволяет получить значительные прибавки урожая, снизив затраты на его получение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арсеньев Д. В. Новые технологии для спиртовой отрасли и кормового производства / Д. В. Арсеньев, В. М. Красницкий, А. В. Кузьмичев и др. // Производство спирта и ликёроводочных изделий. – 2001. – М. – № 4. – С. 24–25

2. Кухаренко А. А. Безотходная биотехнология этилового спирта / А. А. Кухаренко, А. Ю. Винаров. – М. : Энергоагропромиздат. – 2003. – 453 с.

3. Кудзаева И. Л. Совершенствование организационно-экономического механизма использования отходов переработки сельскохозяйственного сырья в АПК : Автореф. канд. дис. … / И. Л. Кудзаева. – Владикавказ, 2006 – 24 с.

4. Бзыков М. А. Бекузарова С. А. Джанаев Г. Г. и др. Способ повышения плодородия почв. Патент на изобретение № 2229782, опубликован 10.06.2004, Бюл. № 16. МПК A01B79/02, A01C21/00

5. Маланчук В. Я. Михайлов Г. В. Изобретение «Способ приготовления органических минеральных смесей из отходов производства спирта». Патент № 2313230, опубликован 27.122007. МПК А 23К1/06, С05F5/00

6. Кабалоев Т. Х. Дзанагов С. Х. Бекузарова С. А. и др. Изобретение «Способ приготовления комплексного удобрения» Патент № 2684213, опубликован 04.04.2019, МПК С05F5/00, С05F11/00

УДК 631.445.4:631.41:631.472.6

ДИНАМИКА АГРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЧЕРНОЗЕМА ОПОДЗОЛЕННОГО В СОСТОЯНИИ 5-ЛЕТНЕЙ ЗАЛЕЖИ

Семенова Екатерина Игоревна, *аспирант кафедры агрохимии и агроэкологии ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия»,* ***Россия****, г. Нижний Новгород, katya_semenova@mail.ru*

Титова Вера Ивановна, *доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующая кафедрой агрохимии и агроэкологии ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия»,* ***Россия****, г. Нижний Новгород, titovavi@yandex.ru*

За 5-летний период изучения чернозема оподзоленного в состоянии залежи в пахотном слое снизилось содержание гумуса и подвижных соединений калия, активизировался процесс оподзоливания, что подтверждается повышением гидролитической кислотности при снижении показателя pH солевой вытяжки и степени насыщенности почв основаниями. Распределение значений агрохимических показателей по почвенным горизонтам свидетельствует об активизации процессов миграции по профилю.

Ключевые слова: чернозем оподзоленный, агрохимические показатели, почвенный профиль, устойчивость к антропогенезу.

DYNAMICS OF AGROCHEMICAL INDICATORS OF CHERNOZEM PODZOLIZED IN THE STATE OF A 5-YEAR DEPOSIT

Semenova E. I., Titova V. I.

Over the 5-year period of the content of podzolized chernozem in the state of fallow in the arable layer, the content of humus and mobile potassium compounds decreased, the process of podzolization was activated, which is confirmed by an increase in hydrolytic acidity with a decrease in the pH of saline extraction and the degree of soil saturation with bases. The distribution of the values of agrochemical indices by soil horizons indicates the activation of migration processes along the profile.

Key words: podzolized chernozem, agrochemical indicators, soil profile, resistance to anthropogenesis.

Введение. В последние десятилетия прошлого века и в начальные годы XXI в. в России появилось много необрабатываемых земель – порядка 25–30 % от площади сельскохозяйственных угодий [2]. Они перешли в состояние залежи, а их потенциальное плодородие стало неуклонно снижаться, что отмечают многие исследователи [3, 4]. Причем в эту категорию земель попали и те, которые изначально числились в группе высокоплодородных, обладающих последействием [5] и способных к формированию высоких урожаев. В настоящее время, однако, на части таких земель проводятся мероприятия по их вовлечению в земледельческую отрасль – их начинают распахивать и готовить к активному использованию в земледелии.

Цель работы состояла в оценке изменений агрохимических свойств оподзоленного чернозема, находящегося в состоянии 5-летней залежи, перед введением его в активное сельхозпроизводство.

Методика проведения исследования. В задачи исследования входило определение основных агрохимических показателей пахотного слоя почвы и слагающих её почвенных горизонтов. Экспериментальные исследования проведены в 2019 г. на массиве черноземных почв, расположенном в Ардатовском районе Нижегородской области на площади 448 га. Рельеф обследуемого участка равнинный, относительно спокойный, поверхность слабонаклонная, нерасчлененная.

Отбор проб выполнен в соответствии с ГОСТ 17.4.4.02-2017 Охрана природы (ССОП) «Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа» и ГОСТ 17.4.3.01-2017 Охрана природы (ССОП) «Почвы. Общие требования к отбору проб». Также были отобраны образцы почв с выделенных горизонтов разреза, заложенного при полевом обследовании. Анализы почв проведены по существующим в агрохимической практике стандартным методам (Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения, 2003).

Для оценки динамики изменения почвенных свойств результаты анализа почвенных проб, отобранных в 2019 году, сравнивали с результатами агрохимического обследования, выполненного для этой же территории в 2014 г. Центром агрохимической службы «Нижегородский».

Результаты исследований. Описание почвенного профиля приведено в таблице 1, а результаты анализа почвенных проб – в таблице 2.

Судя по результатам обследования и анализа состояния пахотного слоя почв, можно утверждать, что за период 2014–2019 гг. их агрохимическая характеристика несколько ухудшилась, а именно:

- средневзвешенное содержание гумуса снизилось на 0,04 % (8 относительных процентов к содержанию гумуса в 2014 г.);
- обеспеченность почв подвижными соединениями калия снизилась на 21 мг/кг (14 % к 2014 г.), а подвижными соединениями фосфора осталась прежней;

Таблица 1 – Описание почвенного разреза (чернозем оподзоленный на лессовидных суглинках)

Горизонт	Границы, см	Описание почвенного профиля
$А_{пах}$	0-30	Гумусовый горизонт тёмно-серого цвета. Пахотный, граница слабовыраженная, переход постепенный, мелко-комковатой структуры, пронизан корневой системой. Тяжелый суглинок
$А_1$	30-47	Гумусово-аккумулятивный горизонт, темно-серый с седоватым оттенком, зернистой, книзу ореховатой структуры, по граням структурных отдельностей мучнистая белесоватая присыпка, наибольшее количество которой обнаруживается у нижней границы гумусового горизонта. Тяжелосуглинистый.
АВ	47-68	Переходный горизонт бурого цвета с многочисленными потеками гумуса, ореховатой и тонко-призматической структуры, по граням структурных отдельностей белесоватая присыпка. Тяжелосуглинистый.
В	68-125	Иллювиальный, бескарбонатный, бурого цвета с темными пятнами и потеками гумуса, ореховато-призматической структуры, по граням структурных отдельностей коричневые пленочки. Горизонт имеет несколько более плотное сложение и более тяжелый механический состав, чем вышележащие горизонты, встречаются кротовины. Глинистый.
$ВС_к$	> 125	Переходный, карбонатный, палево-бурый, призматической структуры, содержит многочисленные жилки и твердые карбонатные конкреции – журавчики; встречаются кротовины. Тяжелосуглинистый – глинистый.

- показатель pH солевой вытяжки (обменная кислотность почвы) изменился недоказательно и реакция среды осталась слабокислой, но тенденция её снижения свидетельствует о текущем процессе подкисления почв;
- качественная характеристика ППК несколько ухудшилась, что влечет за собою изменения буферности и снижение устойчивости к антропогенезу.

Таблица 2 – Анализ почвенных проб

Показатели	Гумус, %	P_2O_5	K_2O	pH_{kcl}	$H_г$	S	V, %
		мг/кг			ммоль/100 г		
Пахотный слой							
2014 г.	5,4	80	153	5,2	4,14	26,9	87
2019 г.	5,0	75	132	5,1	4,30	25,8	86
Почвенный профиль							
$А_{пах}$	5,1	80	101	5,2	3,3	26,6	89
$А_1$	2,9	83	92	5,0	2,8	22,7	89
АВ	1,6	78	97	4,7	2,5	18,9	89
В	0,4	76	93	4,9	2,8	20,5	88
$ВС_к$	0,2	88	105	5,8	2,1	22,2	92

В целом отмечено, что фактическое содержание элементов питания в оподзоленных черноземах хозяйства ниже того уровня, которое свойственно высокоокультуренным почвам подобного генезиса.

По результатам описания сложения почвенного профиля почв хозяйства и результатов анализа почвенных проб с разных горизонтов можно отметить следующее.

1. Пахотный гумусово-аккумулятивный горизонт оподзоленного чернозема имеет своеобразный седоватый оттенок как результат проявления процессов оподзоливания, что привело к снижению емкости поглощения коллоидной фракции этого горизонта и степени насыщенности основаниями.

2. Содержание гумуса в пахотном слое коррелирует с состоянием почвенного поглощающего комплекса: оно несколько ниже цифр, свойственных естественно сложившимся почвам этого генезиса.

3. Нельзя не отметить высокое содержание гумуса и подвижных соединений фосфора и калия в гумусово-аккумулятивном горизонте и ниже по профилю, что вероятнее всего есть следствие миграционных процессов, отмечаемых и другими авторами [1, 6].

4. Гранулометрический состав по профилю почвы тяжелосуглинистый, переходящий в глинистый, т. е. потенциальная способность таких почв к удержанию элементов в составе почвенных коллоидов достаточно велика.

Комплекс этих показателей свидетельствует о наблюдаемом в настоящее время снижении плодородия черноземных почв хозяйства на фоне потенциально большой устойчивости почв этого типа к антропогенезу, что подтверждается как содержанием основных элементов питания, так и характеристиками почвенного поглощающего комплекса.

Заключение. Результаты обследования 2019 года показали, что в процессе изучениянія чернозема оподзоленного в форме залежи его агрохимическое состояние ухудшилось – почвы крайне нуждаются во внесении удобрений, способных задержать потерю плодородия почв. Высокая сорбционная способность верхнего плодородного слоя и горизонтов почвенного профиля позволяет рекомендовать на таких почвах внесение как минеральных, так и органических удобрений в оптимальных дозах для получения высоких урожаев дозах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Амелин А. В. Состояние почвенного плодородия земель, выведенных из сельскохозяйственного оборота в Орловской области / А. В. Амелин, В. М. Казьмин, И. А. Рыжов, Н. И. Абакумов // Агрохимический вестник. – 2013. – № 3. – С. 15–17.

2. Денисов Ю. Н. Агроэкологическая оценка залежных почв Челябинской области / Ю. Н. Денисов // Агрохимический вестник. – 2016. – № 5. – С. 6–9.

3. Дричко В. Ф. Скорости изменения кислотно-основных параметров, содержания общего углерода и состава гумуса в дерново-подзолистой песчаной почве при переходе от пашни к лесу при сукцессии залежных земель / В. Ф. Дричко, А. В. Литвинович, О. Ю. Павлова, Д. В. Чернов, В. М. Буре // Агрохимия. – 2015. – №11. – С. 19–29.

4. Леднев А. В. Зависимость агрохимических показателей залежных земель, расположенных на аккулятивном направлении вещественно-энергетического потока, от срока зарастания и типа почв / А. В. Леднев, А. В. Дмитриев // Российская сельскохозяйственная наука, 2016. – № 5. – С. 27–32.

5. Титова В. И. Изменение продуктивности культур и агрохимических показателей почвы в 9-й ротации севооборота в многолетнем полевом опыте при применении удобрений / В. И. Титова, Л. Д. Варламова, Е. Г.Тюрникова, А. М. Архангельская, В. В. Нефедьева // Агрохимия. – 2013. – № 7. – С. 25– 32.

6. Трансформация органического вещества в черноземах Ставропольского края целины и пашни / В. С. Цховребов, В. И. Фаизова, А. М. Никифорова, А. А. Новиков // Агрохимический вестник. – 2017. – № 4. – С. 13– 16.

УДК 632.954

ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РАССОЛОВ В КАЧЕСТВЕ ГЕРБИЦИДА

Ульянова Ольга Алексеевна, *доктор биологических наук, ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»,* ***Россия****, г. Красноярск, kora64@mail.ru*

Кураченко Наталья Леонидовна, *доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»,* ***Россия****, г. Красноярск, kurachenko@mail.ru*

Власенко Ольга Анатольевна, *кандидат биологических наук, ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»,* ***Россия****, г. Красноярск, ovlasenko07@mail.ru*

Показана возможность использования природных рассолов ООО «Троицкая соль» в качестве гербицида. Установлена концентрация природных рассолов, обладающая гербицидным действием по отношению к овсюгу обыкновенному (*Avena fatua* L).

Ключевые слова: природная соль, овсюг, гербицид.

SUBSTANTIATION OF THE POSSIBILITY OF USING NATURAL SALTES AS HERBICIDE

Ulyanova O. A., Kurachenko N. L., Vlasenko O. A.

The possibility of using natural brines of Troitskaya Salt as a herbicide is shown. The concentration of natural brines with herbicidal effect on Avena fatua L has been established.

Keywords: natural salt, Avena fatua L, herbicide

Повсеместный переход на энергосберегающие технологии возделывания полевых культур в сельскохозяйственном производстве привел к существенному росту объемов применения пестицидов. Только за последние годы применение химических средств защиты растений в Красноярском крае превысила 600–700 т в год. Из этого количества на долю гербицидов приходится более 50 %. Красноярский край – лидер среди субъектов Сибирского Федерального округа по урожайности зерновых культур. Однако, кроме обеспечения высоких урожаев, немаловажное значение приобретает получение экологически чистой продукции. Поэтому поиск природных соединений, обладающих гербицидной активностью, и изучение их механизмов действия – актуальная задача, направленная на создание новых видов гербицидов. В связи с этим цель исследований – установить возможность применения природных рассолов местного месторождения Троицкой соли, территориально расположенного в Красноярском крае, в качестве гербицида.

Физиологическая роль иона натрия в питании большинства видов растений оценивается как отрицательная. Этот ион не является элементом питания и не участвует в синтезе полезных органических соединений, т. е. запасных питательных веществ, определяющих качество продукции. Напротив, может оказывать токсическое действие на большинство культур, нарушать водно-солевой баланс в клетках растений. Его физиологическая роль имеет значение только для немногих сельскохозяйственных культур, испытывающих дополнительную потребность в натрии: сахарная, кормовая и столовая свекла. Для таких культур ион натрия, являясь гидрофильным элементом, повышает обводненность коллоидов клеток, что для данных культур является физиологической потребностью при регулировании водного баланса. Проявляют умеренную чувствительность к иону натрия такие культуры, как огурец, баклажан, дыня, банан, стручковый перец. Относительно терпимы к иону натрия редис, томаты, шпинат, сельдерей. При поливе растений растворами, содержащими натрий даже в небольших количествах, происходит блокировка поступления в растения калия, кальция, магния – проявляется явление антагонизма ионов. Это отрицательное воздействие существенно усиливается через устьица листовых аппаратов.

Натрий вытесняет и из ППК почв ионы кальция, магния, железа, необходимые растениям. При накоплении натрия происходит уплотнение почвы, изменение ее структуры по типу глыбистости, почва заплывает, плохо пропускает воду. При высыхании она приобретает

повышенную плотность и твердость. При систематическом применении NaCl как гербицида почвы становятся щелочными и элементы питания переходят в недоступную для растений форму. При высокой концентрации солей в почвенном растворе растения не поглощают воду из почвы. Поскольку соль оказывает отрицательное действие на почву, ее следует применять как гербицид непосредственно на листьях сорняков и не допускать попадания в почву.

Для изучения гербицидной активности использовали неочищенные природные рассолы Троицкой соли следующих концентраций – 5, 10, 15 %, которые готовили методом последовательного разбавления исходного базового раствора. Разведенными до выше указанных концентраций природными рассолами обрабатывали семена сорняка – овсюга обыкновенного *Avena fatua* L., семейство Poaceae. В опыте использовали рулоны из фильтровальной бумаги согласно ГОСТу 12038-84 «Семена сельскохозяйственных культур: Методы определения всхожести», в которые помещали по 100 шт семян и выдерживали в течение 7 дн при температуре 21 ^{o}C в термостате. В качестве контрольного варианта служила водопроводная вода. Затем определяли всхожесть, среднюю длину проростка и корней, а также количество образовавшихся корней для каждого семени. Полученные результаты исследований обработали статистически методом дисперсионного анализа с использованием программных пакетов «Excel».

Анализ результатов проведенных исследований свидетельствовал о появлении проростков и корней только в варианте с водопроводной водой (таблица). В других вариантах, где семена овсюга были обработаны растворами, приготовленными в разных концентрациях на основе природных рассолов, всхожесть и прорастание семян отсутствовали.

Таким образом, показана возможность использования дешевых природных рассолов в качестве гербицида. Минимальной концентрацией в наших исследованиях, обладающей гербицидной активностью, является 5 % от исходного природного рассола. Данный факт требует дальнейшего исследования еще меньших концентраций рассолов, а также изучения взаимодействия солевых растворов в меняющихся условиях агробиоценозов для поиска оптимальных условий их использования, позволяющих получить эффект гербицида и при этом исключить негативные последствия его применения.

Таблица – Статистические показатели всхожести семян овсюга, обработанными водопроводной водой

Статистические показатели	Показатели всхожести семян		
	Длина, мм		Количество корней на одно семя, шт.
	проростки	корни	
X	42,1	38,3	2,8
min	1,0	2,0	1,0
max	79,0	96,0	4,0
Sx	3,3	2,1	0,1
Cv, %	38	45	16
Примечание: X – среднее значение показателя, min – минимальное значение, max – максимальное значение, Sx – стандартная ошибка, Cv – коэффициент вариации			

Этот новый метод борьбы с сорняками обладает по сравнению с химическими препаратами преимуществами, заключающимися в относительной безопасности для окружающей среды и низкими материально-техническими затратами на производство и применение.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-416-242903 р_ Енисейская Сибирь

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 12038-84. Международный стандарт: Семена сельскохозяйственных растений. Методы определения всхожести семян / Стандарты. – М., 1985. – 57 с.

УДК 628.345.1

ВЛИЯНИЕ РЕАГЕНТНОЙ ОБРАБОТКИ ЖИДКИХ ОТХОДОВ СВИНОКОМПЛЕКСОВ НА СНИЖЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ СИСТЕМ АГРОЛАНДШАФТОВ

Колесникова Татьяна Андреевна, *ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет имени М. И. Платова»,* ***Россия,*** *г. Новочеркасск, eng_ecology@bk.ru; tanechka-ko1986@yandex.ru*

Куликова Марина Анатольевна, *кандидат технических наук, ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет имени М. И. Платова,* ***Россия,*** *г. Новочеркасск, eng_ecology@bk.ru; tanechka-ko1986@yandex.ru*

Авторами исследована динамика выбросов газообразных загрязняющих веществ в атмосферу агроландшафтов, а именно – вблизи лагун накопления жидких отходов свинокоплексов. По результатам исследований проведен расчет рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере и скорректирован размер рекомендуемой санитарно-защитной зоны.

Ключевые слова: жидкие отходы, загрязняющие вещества, дезодорация, реагентная обработка, свинокомплексы, аммофос.

INFLUENCE OF REAGENT TREATMENT OF LIQUID WASTE OF PIG COMPLEXES ON REDUCING THE POLLUTION OF AGRICULTURAL AREA AIR SYSTEMS

Kulikova M. A., Kolesnikova T. A

The authors investigated the dynamics of the emission of gaseous pollutants into the atmosphere of agrolandscapes, namely, near the lagoons of accumulation of liquid pig pig waste. According to the research results, the dispersion of pollutants in the atmosphere was calculated and the size of the recommended sanitary protection zone was adjusted.

Keywords: liquid waste, pollutants, deodorization, reagent treatment, pig farms, ammophos.

Актуальность использования жидких отходов свинокомплексов на агроландшафтах обусловлена их высокой агромелиоративной ценностью и возможностью применения в качестве удобрения. В то же время жидкие отходы свинокомплексов являются мощным загрязнителем воздушной среды, выделяя в атмосферный воздух агроландшафтов различные газы. Зловонный запах обусловлен микробиальной природой. Накопление в лагунах жидких отходов свинокомплексов вначале увеличивает концентрацию летучих жирных кислот – масляной, уксусной, валериановой с 25,0 до 55,0 мг/дм^3, а затем снижает до 1,0 мг/дм^3. Происходит маслянокислое брожение, осуществляемое Cl. pasterianum . В жидких отходах свинокомплексов присутсвуют анаэробные бактерии-аммонификаторы белка, жизнедеятельность которых приводит к образованию аммиака и кетонокислот. В анаэробных условиях образуются зловонные продукты гниения: фенол, индол, скатол. В аэробных условиях аминокислоты, содержащие серу, способствуют образованию сероводорода и меркаптана, тоже имеющих неприятный запах. Нуклеиновые кислоты при распаде дают азотистые органические основания и вызывают появление в жидких отходах свинокомплексов сульфидов, тиолов и тиокислот [1].

В научной литературе приводятся результаты многочисленных исследований применения для дезодорации жидких отходов свинокомплексов растворов перекиси водорода, хлорной извести, соединений серебра, 5 %-го раствора йода, фенола [3]. Эти реагенты обладают высоким дезодорирующим эффектом, но являются сильнодействующими химическими агентами, негативно влияющими на окружающую среду и живые организмы, т. е. не являются биосферносовместимыми. Кроме того, они имеют достаточно высокую стоимость, что при больших объемах жидких отходов приводит к значительным затратам.

Применение определенных штаммов водорослей для альголизации жидких отходов свинокомплексов приводит к дезодорации уже на 6-е сут, однако этот метод требует значительных земельных площадей для биопрудов и имеет ограниченное применение в холодный период года [4]. Исследования [2] подтверждают экологически безопасный способ дезодорации жидких отходов с использованием шлама карбида кальция и суперфосфата. Однако в настоящее время производство ацетилена из карбида кальция, а соответственно, и шлам кар-

бида кальция практически отсутствует, а применение товарной извести затратно. Поэтому актуальным является определение эффективности дезодорации жидких отходов свинокомплексов с использованием новых реагентов – дефекационной извести сахарного производства и аммофоса.

Исследования динамики содержания в воздухе вблизи лагун таких газов, как NH_3, CO, NO, NO_2, H_2S и полиароматических углеводородов представлены на рисунке 1 ПАУ (метилмеркаптана) на различных стадиях обработки жидких отходов (А – жидкие отходы свинокомплексов до реагентной обработки; В – после внесения щелочного реагента – дефекационной извести; С – после внесения подкисляющего реагента – аммофоса).

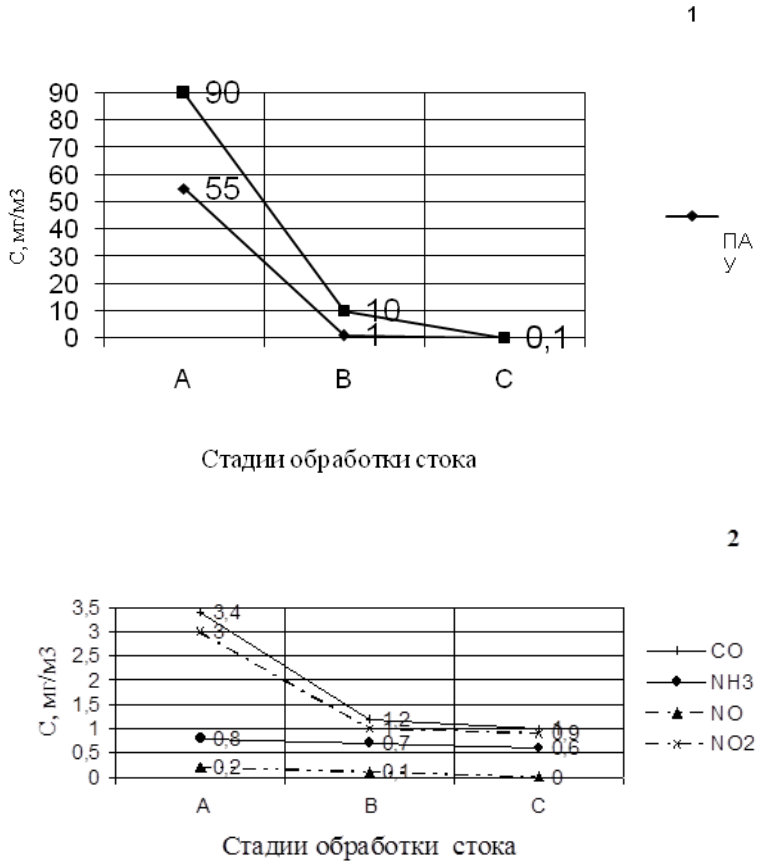


Рисунок 1 – Содержание газов (С, мг/м^3) на различных этапах обработки жидких отходов свинокомплексов:

1 – H_2S и ПАУ; 2 – CO, NO, NO_2, NH_3

В результате исследований установили, что реагентная обработка жидких отходов свинокомплексов дефекационной известью и аммофосом способствует снижению содержания в воздухе рядом с лагунами CO, NO, NO_2, NH_3 на 90–95 %, а H_2S и ПАУ – на 98–99 %.

Расчет рассеивания газовых выбросов в атмосферный воздух вблизи лагун провели с использованием программы УПРЗА «ЭКОЛОГ» (версии 4.60). В программе, используя характеристики источников выбросов загрязняющих веществ и метеорологические условия района размещения, рассчитали максимальные концентрации (средние за тридцатиминутный интервал) загрязняющих веществ (в долях ПДК) в приземном слое для наихудших возможных метеорологических условий.

На расстоянии 100 м от лагун жидких отходов максимальные концентрации CO, NO, NO_2, NH_3 не превышали 0,9ПДК. При обосновании рекомендуемого размера санитарно-защитной зоны (СЗЗ) свинокомплекса вклад этих загрязнителей не учитывали, а вели расчет по выбросам H_2S (ПДК 0,008 мг/м^3) и ПАУ (по метилмеркаптану ПДК 0,0001 мг/м^3). Максимальные концентрации при рассеивании газообразных выбросов с поверхности лагун до обработки составили, соответственно, 5,0 ПДК по H_2S и 50 ПДК по ПАУ (метилмеркаптану).

Концентрация группы суммации H_2S+NO составила 5,0 ПДК на расстоянии 500 м от источника выброса. Опираясь на полученные результаты вычислений, рекомендуемый размер СЗЗ для свинокомплекса составит 2000 м [5]. С учетом местной розы ветров Староминского района Краснодарского края провели корректировку размеров СЗЗ. Максимальные концентрации загрязняющих веществ до реагентной обработки жидких отходов свинокомплекса отмечали на следующих расстояниях, м: С – 420; СВ – 2210; В – 5220; ЮВ – 1980; Ю – 1080; ЮЗ – 1800; З – 2360; СЗ – 660. После реагентной обработки на расстоянии 620 м концентрация ПАУ (по метилмеркаптану) составляла 1,0 ПДК. Концентрацию по группе суммации H_2S + NO, в 1,0 ПДК отмечали на расстоянии 290 м. Т. е. рекомендуемый размер СЗЗ возможно сократить до 500 м. Уточненные в соответствии с розой ветров расстояния равны, м: С – 115; СВ – 550; В – 1260; ЮВ – 490; Ю – 260; ЮЗ – 470; З – 610; СЗ – 180. Скорректированные размеры СЗЗ до и после реагентной обработки представлены на рисунке 2.

Исследования изменения выбросов газообразных загрязнителей с поверхности лагун жидких отходов и проведенный на их основании расчет размера СЗЗ в программе УПРЗА «ЭКОЛОГ» (версии 4.60) позволили обосновать сокращение размера СЗЗ после раегентной обработки с 5220 до 1260 м.

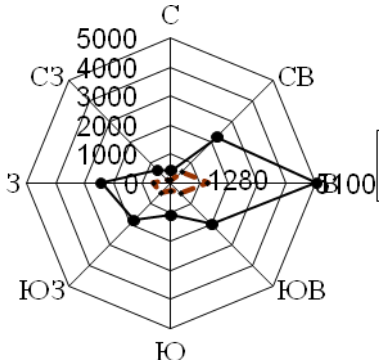


Рисунок 2 – Размеры СЗЗ свинокомплекса: 1 – при рассеивании ПАУ с поверхности лагун жидких отходов; 2 – после реагентной обработки

Таким образом, обработка жидких отходов свинокомплексов дефекационной известью и аммофосом позволяет значительно расширить зону их применения, сократив загрязнение атмосферы агроландшафтов и уменьшив размеры санитарно-защитной зоны свинокомплексов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соляник Т. В. Микробиология:курс лекций. В 5 ч. Ч 4. Основы санитарной микробиолгии / Т. В. Соляник, М. А. Гласкович, А. А. Гласкович. – Горки : БГСХА, 2014. – 85 с.

2. Суржко О. А. Экологическая безопасность при переработке и утилизации концентрированных по биогенным элементам жидких отходов промышленных предприятий: монография / О. А. Суржко, М. А. Куликова // Юж.-Рос. гос. техн. ун-т (НПИ). – Новочеркасск : ЮРГТУ (НПИ), 2011. – 140 с.

3. Сырчина Н. В. Дезодорация свиного навоза, предназначенного для производства удобрений // Биодиогностика состояния природных и природно-техногенных систем : XIV Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием / Н. В. Сырчина, А. С. Шубин, Т. П. Береснева. – Киров : ООО «Издательство «Радуга-ПРЕСС», 2016. –С. 394–397.

4. РД-АПК 1.10.15.02-17 Методические рекомендации по технологическому проектированию систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета. – М. : Минсельхоз РФ, 2017.

5. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 25.04.2014 №31 О внесении изменений № 4 в СанПин 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов».

УДК 631.114.2.

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ КАК ФАКТОР ДЕСТРУКЦИИ И СТАБИЛИЗАЦИИ ЛИГНИНОВЫХ ФЕНОЛОВ В АГРОСЕРЫХ ПОЧВАХ*

Ковалев Иван Васильевич, *доктор сельскохозяйственных наук, МГУ имени М. В. Ломоносова, факультет почвоведения,* ***Россия****, г. Москва, kovalevmsu@mail.ru.*

Ковалева Наталия Олеговна, *доктор биологических наук, профессор, МГУ имени М. В. Ломоносова, факультет почвоведения,* ***Россия****, г. Москва, natalia_kovaleva@mail.ru*

Распашка и осушение агросерых почв усиливает в них микробиологическую деятельность, которая прямо регистрируется по увеличению длины грибного мицелия и бактериальной биомассы и косвенно – по повышенным значениям общего содержания аминосахаров, увеличению количества диэфиров микробного происхождения и продуктам трансформации лигнина. В результате происходит стабилизация лигниновых фенолов на поверхности и внутри агрегата в гранулометрических фракциях почв, Fe-Mn конкрециях.

Ключевые слова: лигниновые фенолы, гумус, уровни структурной организации почв, плодородие почв.

MICROBIOLOGICAL ACTIVITY AS A FACTOR OF DESTRUCTION AND STABILIZATION OF LIGNIN PHENOLS IN GLEYIC PHAEOZEMS

Kovalev I. V., Kovaleva N. O.

Plowing and draining of agro-gray soils increases microbiological activity in them, which is directly registered by increasing the length of the fungal mycelium and bacterial biomass, and is indirectly determinated by increased values of the total content of amino sugares, increasing the number of diesters of microbial origin and products of lignin transformation. As a result, lignin phenols are stabilized on the surface and inside the aggregate, in granulometric fractions of soils, and in Fe-Mn nodules.

Key words: phenols ligninase, humus, the levels of structural organization of soil, soil fertility.

Введение. Оценка биологической активности агроценозов с естественным водным режимом и их осушенных аналогов прямыми и косвенными методами позволяет охарактеризовать деструкцию и стабилизацию лигнина в почвах. Лигнин играет одну из ведущих ролей в процессах гумусообразования в почвах. В последние годы в исследованиях почвенного органического вещества (ПОВ) широко используются приемы его разделении на пулы свободного (активного) и инертного (пассивного) ПОВ. Однако во многих публикациях, как правило, отсутствует характеристика лигнина, ответственного во многом за стабилизацию ПОВ в агроценозах.

Объект исследования. Для исследования послужил ряд почв, в том числе и агросерые (светло-серые лесные) почвы Коломенского ополья, сформированные на близких или тождественных по гранулометрическому составу породах – крупнопылевато-иловатом легком суглинке. При этом в исследование включены также и осушенные с 1987 г. агросерые глееватые почвы экспериментально-мелиоративного полигона. Подробное описание объекта исследований, характерные различия гидрологического и окислительно-восстановительного режимов исследуемых почв представлены ранее [1].

Методы. Общее количество микроорганизмов определяли с помощью метода люминесцентной микроскопии (Методы почвенной микробиологии и биохимии, 1991). При определении размеров бактерий использовался метод фильтрации с помощью колбы Бунзена. Определение пула лигниновых фенолов – методом мягкого щелочного окисления органического вещества оксидом меди в азотной среде с последующим использованием хроматографии тонкого слоя, использовались также ^{13}C и ^{31}P-ЯМР-спектроскопия, модифицированная методика определения аминосахаров, определение изотопного анализа углерода органического вещества [1, 2].

Результаты. Трансформация водного режима гидроморфных агросерых почв при распашке и осушении приводит к резкой смене окислительно-восстановительных условий [1] и активизации микробиологической деятельности (таблица 1, рисунок 1).

Таблица 1 – Динамика численности бактерий и длины грибного мицелия в агросерых оглеенных почвах*

Год	Глубокооглеенная (автоморфная)		Глееватая (гидроморфная)	
	Численность, млрд клеток/1г почвы	Биомасса бактерий, мг/г	Численность, млрд клеток/1г почвы	Биомасса бактерий, мг/г
2010 г. – экстремально сухой	1.468	0.029	0.960	0.019
2009 г. – умеренно влажный	0.198	0.004	0.188	0.004
2008 г. – умеренно сухой	0.328	0.007	0.192	0.004
Год	Длина грибного мицелия, м/г	Биомасса грибного мицелия, мг/г	Длина грибного мицелия, м/г	Биомасса грибного мицелия, мг/г
2010 г. – экстремально сухой	37.20	0.015	40.10	0.016
2009 г. – умеренно влажный	75.56	0.029	84.44	0.033
* Для численности бактерий и длины грибного мицелия доля среднего квадратического отклонения (δ_{n-1}) не превышала 5–10 %				

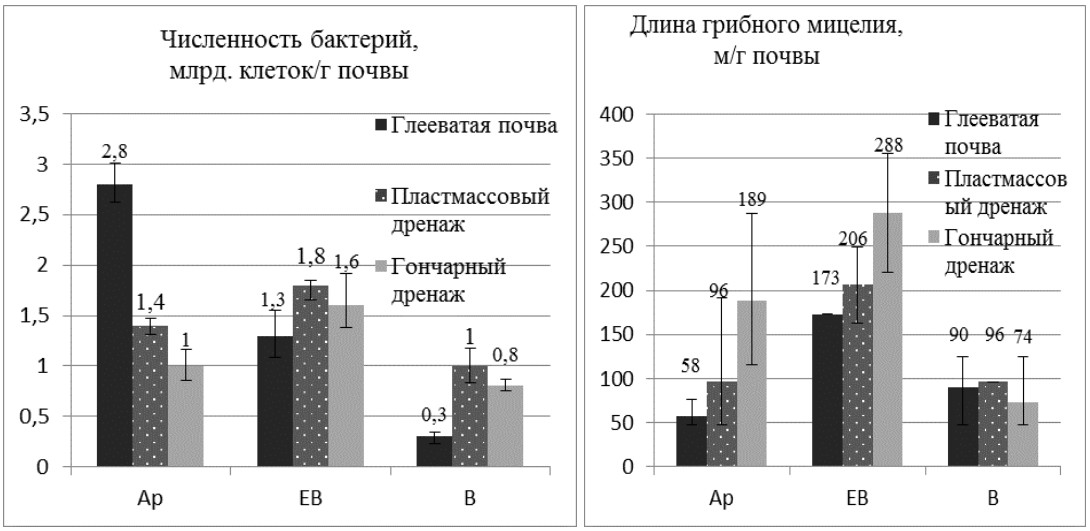


Рисунок 1 – Численность бактерий (млрд клеток/г почвы) и длина грибного мицелия (м/г почвы) в агросерых глееватых почвах, осушенных пластмассовым и гончарным дренажом (2018 г.)

Микробная активность косвенно регистрируется и по увеличению доли диэфиров микробного происхождения на ^{31}P ЯМР-спектрах (% $P_{общ.}$ в 0.1 M NaOH-экстракте): ДНК – нуклеиновые кислоты (–0.9–0.3 ppm) с 6 до 11 % от площади спектра и фосфолипиды и полисахарофосфаты типа тейхоевых кислот (1.7; 2.0 ppm) с 9 до 12 % от площади спектра, а также по увеличению содержания аминосахаров и мурамина в почвах (таблица 2). На фоне значимого уменьшения количества углерода наблюдается и увеличение содержания серы микробного происхождения в агросерых глееватых осушенных почвах.

Таблица 2 – Содержание и распределение аминосахаров и мурамина (в мг/г N) в агросерых почвах периодического переувлажнения, n = 3.

Горизонт, глубина, см	N, %	Глюкозамин	Маннозамин	Галактозамин	Мурамин	Σ аминосахаров, мурамина	Глюкозамин / Галактозамин	Глюкозамин / Мурамин	Глюкозамин / Манозамин
Глееватая неосушенная (контроль) почва									
Ap,g' 0–20	0.18	65.57 ± 8.66	1.76 ± 0.40	9.01 ± 0.42	15.36± 1.69	91.70 ± 11.12	7.26 ± 0.62	4.26± 0.15	37.75 ± 4.09
AEg' 30–35	0.11	30.84 ± 8.58	0.66 ± 0.33	9.54 ± 0.58	9.66 ± 2.99	*50.71* ± 12.47	3.19 ± 0.71	3.23 ± 0.12	52.65 ± 12.75
Глееватая осушенная (10-й год последействия дренажа) почва									
Ap 0–20	0.19	69.3± 2.32	1.62± 0.16	9.37 ± 2.03	17.11 ± 0.30	97.40 ± 4.49	7.71 ± 1.43	4.05± 0.06	43.29 ± 5.70
AEg' 30–35	0.12	35.58 ± 5.42	6.43± 5.43	32.36± 15.98	5.78 ± 2.68	*80.15* ± 13.29	1.35 ± 0.50	8.38± 4.81	21.78 ± 19.23

Усиленная микробиологическая деятельность вызывает и деструкцию лигнина в агроэкосистемах (таблица 3). Для характеристики интенсивности разложения и трансформации лигнина в почвах используется отношение кислоты/альдегиды в единицах ванилина или сирингила как мера степени окисленности молекулы [1]. Это отношение используется в расчете степени измененности боковых цепочек по отношению к растительным тканям (параметр T, %): $T = 74 - (100 - K)(1 + (Ac/Al)v)^{-1}$, где (Ac/Al)v – отношение ванилиновых кислот к ванилиновым альдегидам,

К –содержание кетонов в исходных растительных тканях, %. Так, сумма продуктов окисления лигнина падает с 12.9 $C_{орг.}$ до 9.6 мг $г^{-1}$ $C_{орг.}$ Возрастает (в среднем) степень окисленности (отношение сиреневые кислоты/ сиреневые альдегиды) и степень измененности боковых цепочек лигнина (VSC) по отношению к исходным растительным тканям: с 4.6 до 6.5. Для разделения тяжело- и легкоразрушаемых растительных остатков используют отношение лигнина к азоту (VSC:N). Широкое отношение VSC:N характерно для ароматического структурного углерода, а узкое – для метаболического. Действительно, в неосушенных глееватых почвах оно составляет 66.5, в осушенных почвах – 50.3. В результате количество лигнина снижается в агросерых глееватых осушенных почвах при одновременном увеличении степени окисленности биополимера и степени измененности боковых цепочек лигнина (Т, %).

Таблица 3 – Показатели трансформации лигнина (мг $г^{-1}$ $C_{орг.}$) в агросерых глееватых неосушенных и осушенных почвах

Агросерая глееватая почва	Гор., глубина, см	N, %	VSC, мг/г $C_{орг.}$	Ванилиновые кислоты/ванилин, (Ac/Al)v	Сирингиловые кислоты/сирингиловые альдегиды, (Ac/Al)s	Т, %	$\frac{VSC}{N}$
Неосушенная, n = 5	Ap fs, g'10–20 см	0.18	12.9±1.2	0.12 ± 0.02	0.29 ± 0.04	4.6	66.5
4-й год действия дренажа, n = 5	Ap, g'10–20 см	0.19	9.6±1.4	0.18 ± 0.04	0.41 ± 0.03	6.5	50.3
VSC – суммарное количество продуктов окисления лигнина; (Ac/Al)v– отношение количества фенольных кислот к альдегидам в ванилиновых единицах; $(Ac/Al)_s$ – отношение количества фенольных кислот к альдегидам в сирингиловых единицах; Т -- % степень измененности боковых цепочек лигнина по отношению к исходным растительным тканям							

Как результат, наблюдается трансформация и такого устойчивого соединения, как лигнин, в железисто-марганцевых конкрециях (ортштейнах). По отношению к первым годам последействия дренажа за 10 лет в ортштейнах произошло значимое уменьшение содержания продуктов окисления лигнина во всех фракциях. Но при этом отмечается нарастание степени окисленности биополимера в ортштейнах всех фракций (1–2, 2–3, 3–5 мм). Происходит перераспределение кислот и альдегидов в ортштейнах и значимо увеличивается величина отношения ванилиновые кислоты/ванилин, сирингиловых кислот к сирингиловым альдегидам. Под влиянием осушения не только утяжеляется изотопный состав в крупных фракциях, но и в мелких (с –27.16 до –26.14 $\delta^{13}C$, ‰), что говорит о выраженном трансформационном процессе во всех фракциях конкреций.

Агрегатный уровень организации почвенной массы демонстрирует, что на поверхности агрегата в окислительных условиях наблюдается меньшее количество продуктов окисления лигнина и более высокая степень его окисленности, нежели внутри агрегата, где складывается восстановительная обстановка и преобладают факультативные анаэробные микроорганизмы. В гранулометрических фракциях почв установлено, что с уменьшением размера частиц количество лигнина (VSC) в них значительно снижается – в 10 раз по сравнению с фракциями крупных частиц. Однако именно к наиболее мелким илистым и пылеватым фракциям приурочены величины максимальной степени окисленности и степени трансформации боковых цепочек биополимера. Поэтому именно к мелким фракциям приурочено и наибольшее содержание углерода, азота, серы, что обусловлено также и их микробным ресинтезом на элементарных почвенных частицах.

Таким образом, сведения об интенсивности микробиологической деятельности в гумусовых и минеральных горизонтах агросерых почв, определяемые прямыми и косвенными методами, позволяют оценить деструкцию и стабилизацию лигниновых фенолов в почве и тем самым – агроэкологические условия в целом. Результаты могут быть использованы при оценке приемов обработки почвы и приемов биологизации земледелия.

**Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 17-14-01120*

ЛИТЕРАТУРА

1. Ковалев И. В. Биохимия лигнина в почвах : автореф. дис. … д. с.-х. н. / И. В. Ковалев. – М., 2016. – 50 с.

СЕКЦИЯ 1. ГЕНЕЗИС ЧЕРНОЗЕМОВ, ИХ СОСТОЯНИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ В АГРАРНЫХ ЛАНДШАФТАХ

УДК 634.11:631.524.84(470.62)

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ПЛОДОНОСЯЩИХ ДЕРЕВЬЕВ ЯБЛОНИ В УСЛОВИЯХ ПРИКУБАНСКОЙ ЗОНЫ САДОВОДСТВА

Дарвееш Налиен, *Дамасский Аграрный университет Дамаск,* ***Сирия****, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»,* ***Россия****, ул. Калинина, 13, 350044, г. Краснодар, darveesh.nalin@yandex.ru*

Дорошенко Татьяна Николаевна, *доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»,* ***Россия****, ул. Калинина, 13, 350044, г. Краснодар, doroshenko.t@kubsau.ru*

Онищенко Людмила Михайловна, *доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»,* ***Россия****, ул. Калинина, 13, 350044, г. Краснодар, onishhenko.l@kubsau.ru*

Афифа Тарек, *аспирант, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»,* ***Россия****, Краснодар, ул. Калинина, 13, 350044, г. Краснодар, Adamcarrera69@gmail.com*

Чумаков Сергей Семенович, *доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»,* ***Россия****, Краснодар, ул. Калинина, 13, 350044, г. Краснодар, c.cemen1980@mail.ru.*

Показано действие минеральной и органической систем удобрения в ценозе плодоносящего яблоневого сада, расположенного на черноземе выщелоченном. Продуктивность растений в контрольном варианте составляла 16,4 т/га. Применение минеральных удобрений в норме $N_{90}P_{90}K_{90}$, навоза и биогумуса обеспечивали увеличение урожайности плодов яблони на 25,6; 20,1 и 15,8 %, или до 20,6; 19,7; 19,0 т/га соответственно. Отмечена тенденция повышения урожая плодовых насаждений при использовании зеленого удобрения.

*Ключевые слова: у*рожай, чернозем, садоводство, удобрения, навоз, биогумус, зеленое удобрение, плод, почка.

WAYSOFINCREASINGPRODUCTIVITY OF FRUIT-BEARING TREES OF APPLE-TREE UNDER CONDITIONS OF THE KUBANAN GARDENING ZONE

Darweesh N., Doroshenko T. N., Onishchenko L. M., Chumakov S. S., Афифа T.

The effect of mineral and organic fertilizer systems in the cenosis of the fruiting apple orchard located on leached chernozem is shown. The plant productivity in the control option was 16,4 t / ha). The use of mineral fertilizers in the norm $N_{90}P_{90}K_{90,}$, manure and vermicompost provided an increase in the yield of apple fruits by 25,6; 20,1 and 15.8 % or up to 20.6; 19.7; 19.0 t/ha, respectively. There is a tendency to increase the yield of fruit stands when using green fertilizer.

*Keywords.*Harvest, chernozem, gardening, fertilizers, manure, vermicompost, green fertilizer, fruit, bud.

Исследования проведены в плодоносящем яблоневом саду кафедры плодоводства Кубанского ГАУ прикубанской зоны садоводства. В условиях недостаточного и неустойчивого увлажнения в качестве задернителя использовали естественно растущие (преимущественно злаковые) травы с периодическим скашиванием их по мере отрастания надземной массы по типу дерново-перегнойной системы.

Цель – установить региональные закономерности действия агрохимических средств на показатели плодородия почвы в системе *почва – растение – удобрение – климат* и, как следствие, на урожайность яблоневого сада.

Почва – чернозем выщелоченный сверхмощный слабогумусный тяжелосуглинистый, очень теплый, кратковременно промерзающий. Чернозем выщелоченный обычного рода, относящийся к южно-европейской фации и расположенный в регионе южнее типичных

черноземов, характеризуется невысоким содержанием гумуса, выщелачиванием карбонатов за пределы гумусового горизонта, уникальной мощностью гумусового слоя, темной окраской и нечетко выраженными генетическими горизонтами профиля почвы. Более подробные характеристики чернозема выщелоченного в агроценозе яблони юга России опубликованы в сборниках научных трудов по материалам международных научных конференций [1, 2]. Чернозем выщелоченный характеризуется благоприятными физико-химическими свойствами, при этом вносимые удобрения, изменяя питательный режим почвы, способствовали повышению урожайности культуры (таблица 1).

На контроле урожайность была равна 16,4 т/га, максимально достоверно увеличивалась урожайность плодов яблони на 25,6 %до 20,6 т/га при внесении минеральных удобрений в норме $N_{90}P_{90}K_{90}$. Применение полуперепревшего навоза способствовало несколько меньшему увеличению урожайности. С одного дерева было собрано плодов 11,8 кг, а средняя урожайность составила 19,7 т/га, что выше контроля на 3,3 т/га или на 20,1 %.

Таблица 1 – Урожайность яблони в условиях прикубанской зоны садоводства

Вариант	Урожайность				Средняя урожайность		Прибавка урожая	
	2018		2019					
	кг/дерево	т/га	кг/дерево	т/га	кг/дерево	т/га	т/га	%
Контроль	10,3	17,2	9,35	15,6	9,8	16,4	–	–
$N_{90}P_{90}K_{90}$	12,5	20,8	12,23	20,4	12,4	20,6	4,2	25,6
Биогумус	11,7	19,5	11,21	18,6	11,5	19,0	2,6	15,8
Навоз	11,2	18,7	12,43	20,7	11,8	19,7	3,3	20,1
Зеленое удобрение	10,7	17,9	11,4	18,9	11,0	18,4	2,0	12,2
НСР $_{05}$	–	1,85	–	2,14	–	1,85-2,14	–	–

Внесение биогумуса (10 т/га) и использование зеленого удобрения сформировали урожайность в количестве 19,0 и 18,4 т/га, прибавка урожайности плодов яблони существенна только при применении биогумуса – она составила 2,6 т/га, или15,8 %. При использовании зеленого удобрения наметилась тенденция к повышению продуктивности и дополнительно было получено 2,0 т/га, или 12,2 % соответственно.

Мониторинг дифференциации цветковых почек [3], проведенный в первую декаду февраля 2020 г., показал положительное влияние удобрений на закладку генеративных почек у растений яблони сорта Прима (рисунки 1, 2).

Рисунок 1 – Дифференциация генеративной почки на кольчатке яблони

Наилучшее влияние оказали минеральные удобрения, затем биогумус, навоз и лишь только затем зеленое удобрение.

Закладка генеративных почек в варианте с применением рекомендованной нормы минеральных удобрений $N_{90}P_{90}K_{90}$ характеризовалась как максимальная. В частности, данный показатель превышал контрольные значения более чем на 25 %. Логично предположить, что данная тенденция сохранится и в дальнейшей реализации продукционного процесса.

Таким образом, оценка действия органических и минеральных удобрений в ценозе плодоносящего яблоневого сада показала высокую их эффективность.

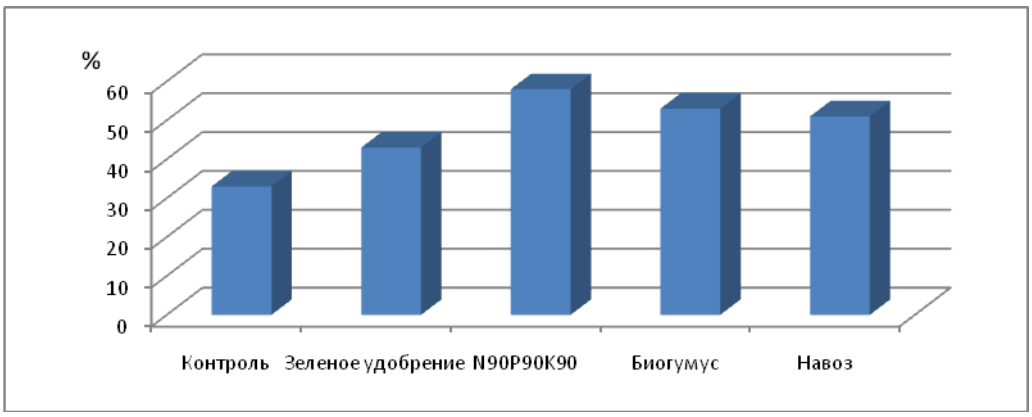


Рисунок 2 – Влияние удобрений на закладку генеративных почек яблони

Применение удобрений в значительной степени определяет оптимальные условия минерального питания культуры, оказывает положительное влияние удобрений на закладку генеративных почек у растений яблони, что существенно увеличивает урожайность плодоносящих деревьев яблони в условиях прикубанской зоны садоводства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дарвееш Н. Физико-химические свойства чернозема выщелоченного в условиях плодоносящего яблоневого сада / Н. Дарвееш, Л. М. Онищенко // Отходы, причины их образования и перспективы использования – Сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч. экол. конф. / Составитель Л. С. Новопольцева. Под ред. И. С. Белюченко. – 2019. – С. 150–153.

2. Дарвееш Н. И. Почвенно-агрохимические характеристики чернозема выщелоченного в агроценозе яблони юга России / Н. И. Дарвееш, Л. М. Онищенко // Актуальные проблемы устойчивого развития агроэкосистем (почвенные, экологические, биоценотические аспекты) : Всерос. науч. конф. с междунар. участием 7–11 октября 2019 г. ФГБУН «Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН, г. Ялта. – С. 317–320.

3. Dorochenko T. N. Возможности управления генеративным развитием яблони / T. N. Dorochenko, S. S. Chumakov, D. V. Maksimtsov, B. S. Gegechkori, S. S. Chukuridi // Management capabilities of generative development of apple trees // Internatinal Jornal of Green Pharmacy. – 11 (3). – 2017. – P. 160–165.

УДК 504.54: 631.42

ИЗУЧЕНИЕ ВОДНОЙ МИГРАЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ И ИОНОВ Fe^{3+}, Ca^{2+}, Na^{+} В ЧЕРНОЗЕМАХ ПРИВОЛЖСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

Яшин Иван Михайлович, *доктор биологических наук, старший научный сотрудник, профессор ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет-МСХА имени К. А. Тимирязева»,* ***Россия,*** *Москва, ivan.yashin2012@gmail.com*

Поветкин Владимир Анатольевич, *кандидат биологических наук, доцент ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет-МСХА имени К. А. Тимирязева»,* ***Россия,*** *Москва, V_povetkin@mail.ru*

Рамазанов Сабир Рамазанович, *соискатель кафедры экологии ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет-МСХА имени К. А. Тимирязева»,* ***Россия,*** *Москва, rsr005@yandex.ru*

В течение 2015–2018 гг. на стационарных площадках ОАО «учхоз Муммовское» РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева Саратовской области изучена водная миграция органических веществ, ионов железа, кальция и натрия в целинных черноземах обыкновенных и деградированных почвах (выбитое пастбище с черноземами осолодельми). С помощью метода сорбционных лизиметров (сорбенты низкозольный активированный уголь и ионообменные смолы – катионит КУ-2 и анионит АВ-17) исследована восходяще-нисходящая водная миграция продуктов почвообразования – гуматов и фульватов Na, соединений Fe, Ca. Наиболее активно она выражена в черноземах осолоделых.

Ключевые слова: черноземы нативные и деградированные, деградация, осолонцевание, гуматы и фульваты натрия, водная миграция, сорбционные лизиметры, эволюция почв.

STUDY OF WATER MIGRATION OF СОРГ, IONOV Fe^{3+}, Ca^{2+}, Na^{+} IN THE CHERNOZEMS OF THE VOLGA UPLAND

Yashin I. M., Povetkin V. A., Ramazanov S. R.

During 2015–2018 on stationary sites of OAO "Mummovskoye Uchkhoz" of the Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev Saratov region there was the monitoring of the ecological state of black soils in virgin (meadow-steppe facies) and on wastelands - a broken pasture with malty black soils.The factors causing the degradation of black soil are identified. They are summarized in two groups: external and internal. The latter are inherent in modern processes of soil formation - alkalinization and salting. Using the method of sorption lysimeters in native and degraded chernozems, water migration of soil degradation products such as humates and fulvates of sodium, compounds of Fe, Ca, Na were investigated.

Keywords. chernozems; degradation; alkalinity; humates and fulvates of sodium; water migration; sorption lysimeters.

Диагностика продуктов деградации черноземов и их эволюции – одна из актуальных проблем, в частности, в условиях аридизации климата и при остепнении лесостепных ландшафтов [4]. Изнуряющие засухи и масштабные пожары 2010, 2014 гг. способствовали гибели многих фаций березняков и ельников на плакорах, в распадках и лесополосах. Генезис этого природного бедствия до конца не выяснен. Недостаточно экспериментальных данных о водной миграции веществ в нативных и деградированных черноземах [1, 3].

Объекты и методы. Стационарные площадки расположены в долине реки Большой Колышлей, на опушке дубравы и на выбитом скотом пастбище. Водную миграцию органических веществ, а также катионов Fe^{3+}, Ca^{2+}, Na^{+} в профилях почв изучали в сезонном и годовом циклах с помощью метода сорбционных лизиметров (МСЛ – [6]). Теоретическое обоснование МСЛ выполнил И. М. Яшин [4] в период работы стажером-исследователем и учебы в очной аспирантуре на кафедре почвоведения ТСХА (1969–1973). Автором были изучены сорбенты: низкозольный активированный уголь «карболен», ионообменные и смолы – катионит КУ-2 в H^{+}-форме, анионит АВ-17 в ОН-форме и AL_2O_3 в Na^{+}-форме. Проведены комплексные эксперименты по кинетике, статике и динамике сорбции органических веществ почвенных растворов на этих поглотителях, которые потребовали много времени [6].

Результаты. Поисковые опыты по миграции в черноземах с использованием сорбционных лизиметров были впервые выполнены специалистами кафедры почвоведения Тимирязевской академии [3, 4, 6]. Напомним, в период 50–70-х годов прошлого столетия миграцию веществ в черноземах изучали с помощью плоских лизиметров Шиловой или воронок Дерома – накопителей почвенной гравитационной влаги [1]. Исследователи в то время не знали о возможных артефактах данного методологического приема. Позже нами было установлено, что в приемных бутылях таких лизиметрических устройств происходит интенсивная биодеградация органических и органоминеральных соединений, а за время опыта в воде накапливаются минеральные соли и газы – не мигранты [4, 6]. В наших опытах целина с луговостепной растительностью была контролем и фоновой фацией. На пустошах исследовали продукты деградации гумусовых веществ в деградированном черноземе осолоделом.

Масштаб водной миграции (плотность потока мигрантов) органических веществ (по $C_{орг}$) в деградированном черноземе осолоделом оказался заметно больше в сравнении с целинным черноземом обыкновенным (таблица 1).

Преобладающая масса органических веществ десорбируется из активированного угля колонок в кислотный элюат (ВОВ), а в нативном черноземе – в щелочную вытяжку. Величины коэффициентов интенсивности водной миграции ($k_{миг}$) $C_{орг}$ и соединений Fe, рассчитанные по А. И. Перельману (1975), были также значительно выше в деградированном черноземе. В этих почвах барьеры миграции заметно трансформированы: величины градиентов барьеров миграции имеют отрицательные значения.

Таблица 1 – Форма и масштаб водной нисходящей миграции соединений Fe и органических веществ в черноземах под луговой степью (целина) и на пустошах – сильно деградированном пастбище – в годичном периоде

Гор-т и глубина закладки колонок, см	$C_{орг}$ ВОВ, г/м^2				Коэффициенты миграции ($k_{миг}$)		Масштаб миграции Fe-ВОВ комплексов, мг/м^2	Градиент барьера миграции (G) $C_{орг}$ ВОВ, г/м^{3}год-1
	Общий масштаб водной миграции	в 0,1 н HNO_3 элюате с угля	в 0,1 н NaOH элюате с угля	По сорбции катионитом КУ-2	$C_{орг}$	Fe		
Целина. Разрез 64. Почва: чернозем обыкновенный среднесуглинистый на лессовидных карбонатно-кальциевых суглинках (наблюдения 21.06.2015–23.07.2016 г.).								
$A_д$(O) – 5	13,2 ± 1,3	3,7 ± 0,8	6,4 ± 1,1	3,1 ± 0,7	15	7	241 ± 14	Не опр.
A_1 – 25	5,9 ± 0,7	2,4 ± 0,6	2,2 ± 0,5	1,2 ± 0,5	8	4	114 ± 9	36,5
Bca – 41	2,1 ± 0.3	0,4 ± 0,0	0,8 ± 0,2	0,9 ± 0,0	4	0,9	51 ± 6	23,8
Пустошь. Разрез 65. Почва: чернозем осолоделый супесчаный на засоленных песчаных отложениях со щебнем опок (наблюдения 22.06.2015–24.07.2016 г.).								
A_1 – 18	22,5 ± 6,3	13,5 ± 3,4	6,7 ± 2,1	2,3 ± 0,8	37	34	724 ± 62	Не опр.
A_1 – 43	24,9 ± 6,1	11,3 ± 2,3	8,2 ± 1,5	5,4 ± 0,9	38	26	573 ± 41	– 9,6
$Bf_{транс.}$-74	30,2 ± 8,4	13,7 ± 4,2	12,4 ± 4,3	4,1 ± 0,8	41	44	815 ± 83	– 17,1

В период вегетации, при периодическом выпадении ливней, отмечена также активная нисходящая водная миграция органических веществ и соединений железа. Ранее нами в полевых опытах было обнаружено промачивание верхних горизонтов до глубины 24–27 см при моделировании ливневых осадков. Уместно отметить, что в раскрытии процесса засоления почв и оценке механизмов водной миграции веществ большую роль сыграли исследования американских, английских и австралийских почвоведов [6]. Учитывая неоднородность порового пространства горизонтов черноземов, траектории нисходящей миграции веществ отличаются сложностью и смещенностью от вертикали. Вода выступает носителем и растворителем веществ при миграции. Ее химическая активность существенно повышается из-за присутствия органических кислот и фульвокислот с комплексообразующими свойствами [4].

Почвоведы основное внимание уделяют миграции ионов солей в модельных лабораторных опытах [1], а в почвах экосистем ситуация бывает иная. При этом физико-химическое воздействие солей на гумусовые вещества черноземов изучено неполно [5]. Для оценки сорбции ионов Na^+ горизонтами почвы при восходящей миграции солей из засоленных пород используется параметр «SAR» – аббревиатура термина «sodium adsorption ratio» [2]. Величина SAR равна отношению концентраций ионов Na^+ (мг-экв.) к сумме катионов Ca^{2+} и Mg^{2+} (мг-экв.) в водной вытяжке из почвы и рассчитывается по выражению:

$$SAR = Na^+ / (Ca^{2+} + Mg^{2+})^{1/2}$$

Например, 1 мг-экв. ионов Ca^{2+} равен 20,0 мг, а 1 ммоль – 40 мг. В лабораторном опыте в образце чернозема деградированного из гор. A_1 установлена концентрация Na^+ 5,7 мг•л$^{-1}$. В водной вытяжке содержится 5,7 мг•л$^{-1}$ • 0,050 л = 0,285 г Na^+. В молях это составит 0,285 г / 23 г•моль$^{-1}$ = 12,4 ммоль Na^+. С учетом диагностированной концентрации Ca^{2+} и Mg^{2+} в водной вытяжке величина SAR составит 15,7. Следовательно, в черноземе деградированном эти катионы замещаются ионами натрия. В то же время величина SAR в черноземе обыкновенном (целинном) равна 0,3 (в гор. A_1): сорбция ионов Na^+ не отмечена. Катионы кальция в черноземе обыкновенном (на целине) выполняют эко-геохимическую функцию «стража плодородия».

На пустошах, где распространены черноземы осолоделые, при явном дефиците растительных остатков и ВОВ и ненасыщенности почвы катионами Ca^{2+}, происходит химическое разрушение «старых» структур гумусовых веществ (ГВ), закрепленных на почвенной матрице, при щелочном гидролизе. Данный процесс стимулирует засоление, а ионы Na^+ проникают в гумусовые горизонты как из засоленных пород, так и из золы растений после пожаров; оксиды щелочных и щелочноземельных катионов, реагируя с молекулами воды в сезон дождей, превращаются в гидроксиды. Реакция среды подщелачивается [7]. Продукты деграда-

ции черноземов – гуматы и фульваты натрия – мигрируют в глубь профиля чернозема в сезон дождей. Кстати, П. А. Костычев, опираясь на данные лабораторных опытов, отрицал возможность водной миграции органических веществ в черноземах. В экосистемах ситуация иная: в лизиметрических опытах почвоведов Тимирязевской академии выявлены состав и масштаб водной миграции органических веществ в профилях черноземов лесостепной зоны Саратовской и Тамбовской областей [3, 4].

В дальнейшем нами впервые была изучена биодеградация органических молекул (мигрантов) микроорганизмами и осаждение продуктов деградации в массе белесого песка древнего аллювия в виде расцвеченной хроматограммы гидрогелей гидроксидов Fe в слое 67–83 см чернозема осолоделого [6]. Этот экогеохимический процесс мы предлагаем назвать «хромато-ферритизация»: здесь образуется сорбционный иллювиально-железистый барьер миграции (гор. B_f), выполняющий функции «защитного экрана». Однако данный сорбционный барьер миграции неустойчивый: гидрогели $Fe(OH)_3$ при аридизации климата активно трансформируются в конкреции, стяжения и плотные корки охристо-бурого цвета. Защитные функции и площадь этого горизонта заметно уменьшаются. Поэтому мигранты (и загрязнители) свободно проникают в грунтовые и речные воды лесостепных ландшафтов. Качество вод ухудшается.

В этой связи возможен прогноз развития экогеохимической ситуации на надпойменных террасах рек лесостепной зоны России. Опыт исследования черноземов Донской равнины в Воронежской области показывает, что со временем черноземы, приуроченные к террасам рек лесостепи, трансформируются в слабо дифференцированные подзолы песчаные иллювиально-железистые. Напомним, подобные почвы мы изучаем также в ландшафтах реки Усманка (стационары «Веневитиново» Воронежского госуниверситета) [7]. Есть и иная точка зрения об образовании дерновых почв на боровых террасах рек. К сожалению, такие почвы не могут формироваться на песчаных породах в сосновых лесах: минеральная матрица здесь отсутствует, отмечен яркий дефицит азота и кальция. В то же время при нисходящей водной миграции компоненты ВОВ и Fe-органические комплексные соединения периодически прокрашивают песчаный субстрат в светло-серый цвет под лесной подстилкой, создавая иллюзию гумусово-аккумулятивного горизонта A_1. Однако ВОВ в засушливый период, в хорошо аэрируемых песках, весьма активно трансформируются микроорганизмами. И этот ложный горизонт A_1 становится белесым – не маскированным мигрантами.

Таким образом, метод сорбционных лизиметров на экосистемном уровне позволяет уточнить генезис почв и оценить водную миграцию современных продуктов почвообразования. После вырубки лесных массивов, а также после масштабных пожаров, как это было в 2010 году, слабо дифференцированные подзолы превращаются в песчаные почвоподобные субстраты надпойменных террас лесостепной зоны.

Работа выполнена по грантам РФФИ, Правительства и Президента Российской Федерации (2012–2017).

ЛИТЕРАТУРА

1. Коковина Т. П. Состав лизиметрических вод в мощных черноземах под целинной травянистой растительностью / Т. П. Коковина // Труды Центрального черноземного заповедника. – 1965. – Вып. 8. – С. 264–281.

2. Панкова Е. И. Диагностика и критерии оценки засоления почв / Е. И. Панкова, Л. А. Воробьева // Засоленные почвы России. – М. : ИКЦ «Академкнига», 2006. – С. 6–50.

3. Поддубный Н. Н. О миграции водорастворимого органического вещества в пахотных и целинных черноземах обыкновенных / Н. Н. Поддубный, З. П. Кирюхина // Доклады ТСХА. – 1971. – Вып.169. – С. 116–118.

4. Яшин И. М. Водорастворимые органические вещества почвы – их состав и миграция : Автореф. … канд. по спец. 06.01.03 – почвоведение / И. М. Яшин. – М. : ТСХА. – 1974. – С. 13.

5. Яшин И. М. Выделение из почв мобильных групп гумусовых соединений водным раствором нейтральной соли / И. М. Яшин // Актуальные вопросы агрономического почвоведения. – М. : МСХА. – 1989. – С. 48–61.

6. Яшин И. М. Опыт применения хроматографии в почвоведении и экологии : Коллективная монография / И. М. Яшин, В. А. Черников; Ред. И. М. Яшин. – М. : РГАУ-МСХА, 2017. – 240 с.

7. Яшин И. М. Экогеохимическая оценка почв боровых террас реки Усманки в условиях лесостепной зоны / И. М. Яшин, С. Р. Рамазанов, Р. А. Атенбеков // Отходы: причины их образования и перспективы использования : Сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч.-экол. конф. 26–27 марта 2019. / Составитель Л. С. Новопольцева; ред. И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2019. – С. 375–380.

УДК 631.423+631.415.12

ТЕХНОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ И БУФЕРНОСТЬ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО СЕВЕРНОГО ПРИАЗОВЬЯ

Гончарова Людмила Юрьевна, *кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО «Южный федеральный университет»,* ***Россия,*** *г. Ростов-на-Дону, goncharova_1958@mail.ru*

Волошина Марина Сергеевна, *ФГБОУ ВО «Южный федеральный университет»,* ***Россия,*** *г. Ростов-на-Дону, ph.rox.anderson@gmail.com*

Выявлены особенности элементного состава чернозема обыкновенного. Определены некоторые показатели буферности исследуемой почвы и уровни ее загрязнения тяжелыми металлами.

Ключевые слова: чернозем обыкновенный, буферность, площадь буферности, загрязнение, тяжелые металлы, радиоактивность, радионуклиды.

INDUSTRIAL POLLUTION AND BUFFER CAPACITY OF CHERNOZEM ORDINARY NORTHERN AZOV

Goncharova L. Yu., Voloshina M. S.

The features of the elemental composition of ordinary Chernozem are revealed. Some indicators of buffering of the studied soil and levels of its contamination with heavy metals were determined

Keywords: ordinary Chernozem, buffering, buffering area, pollution, heavy metals, radioactivity, radionuclides.

Изучение техногенного загрязнения чернозема обыкновенного и его буферности проводилось в учебно-опытном хозяйстве Южного федерального университета (пос. Недвиговка, Мясниковский район, Ростовская область), территория которого является типичной для Северного Приазовья как по рельефу, так и по качественному составу почвенного покрова. Преобладающим типом почв являются черноземы обыкновенные, занимающие около 70 % площади исследуемой территории [1].

Черноземы обыкновенные карбонатные (миграционно-сегрегационный подтип в типе чернозёмов и агрочернозёмов по классификации 2004 г.) содержат от 3,9 до 4,4 % гумуса, мощность гумусового горизонта (А+АВ) у них составляет 62–70 см. Они занимают водораздельное плато и слабопологие склоны и террасы реки Мертвый Донец.

Содержание гумуса определяли по методу Тюрина (в модификации Симакова), pH почвы – потенциометрическим методом. Определение элементного состава в почвенных пробах проводилось методом рентгенофлуоресцентного анализа на спектрометре «Спектроскан Макс-GV», Y-спектрометрия. Буферность чернозема обыкновенного определяли по методу Аррениуса [3]. Суммарный показатель загрязнения почв металлами рассчитывали по формуле $Zc = \Sigma Kci–(n–1)$, где n – число определяемых металлов; Kci – коэффициент концентрации металла, который определяется отношением содержания металла в почве к фоновому содержанию металла. Радионуклидный состав почвы определяли с использованием сцинтилляционного гамма-спектромера

«Прогресс-гамма» и геометрий счетного образца – Маринелли 1 л, Маринелли 0,5 л. Полученные данные статистически обработаны (п=3).

Таблица 1 – Содержание гумуса (%) и актуальная кислотность (pH) в черноземе обыкновенном УОХ ЮФУ «Недвиговка»

Почва	GPS	Горизонты, глубина	pH	Гумус, %
Чернозем обыкновенный карбонатный среднемощный тяжелосуглинистый на лессовидных суглинках	46,27713 с.ш. 39,326318 в.д.	Ad 0–7	7,9	4,20
		A 7–22	8,0	3,66
		AB 22–32	8,5	2,77
		B 32–70	8,6	1,36
		Bca 70–94	8,8	1,02

При изучении pH исследуемых почв было установлено, что во всех почвах в поверхностных горизонтах сформирована слабощелочная среда (pH 7,9–8,3), которая увеличивается вниз по профилю до сильнощелочной (8,8), что обусловлено увеличением содержания карбонатов в материнских породах. По содержанию гумуса чернозем характеризуется как среднегумусный и среднемощный [1]

Таблица 2 Распределение тяжелых металлов по почвенному профилю (ppm) чернозема обыкновенного карбонатного УОХ “Недвиговка”

Чернозем	Содержание тяжелых металлов			
Горизонты	Ni	Cu	Zn	Pb
Ad	46,37	41,00	74,81	30,47
A	48,32	49,08	74,67	26,81
AB	45,21	51,73	70,42	15,35
B	38,79	57,22	69,39	4,76
Bca	42,67	55,51	76,23	19,02
ПДК	85,0	55,0	100,0	32,0

По всем тяжелым металлам наблюдается вынос в нижележащие горизонты, что связанно с увеличением количества физической глины в горизонтах А и АВ. Так же было отмечено незначительное превышение ПДК по Cu в горизонтах В и Вса примерно в 1,1 раза. Профильное распределение Co, Ni, Cu, Zn, Sr, V, Cr в черноземах характеризуется некоторым их увеличением в нижних горизонтах, что связано с особенностями элементного состава почвообразующих пород. При изучении загрязнения почв тяжелыми металлами, отмечено, что по основным загрязнителям – марганцу, свинцу, хрому и цинку – превышения ПДК не зафиксировано.

По величине суммарного показателя загрязнения (Zc), рассчитанного по средним величинам содержания элемента в черноземе обыкновенном, территорию можно отнести к допустимой категории загрязнения (Zc меньше 16).

В верхних слоях почвы содержание радионуклида 137Cs максимальное (<210 Бк/кг) и уменьшается с глубиной. Очень низкое содержание цезия в верхнем слое чернозема обыкновенного может быть обусловлено неравномерным выпадением радиоцезия по Ростовской области после аварии на ЧАЭС. [2]

Распределение 226Ra (< 270 Бк/кг), 232Th (<320 Бк/кг) и 40K (<350 Бк/кг) в почвах на территории УОХ ”Недвиговка” в пределах погрешности 10 % практически равномерное. Отмечается снижение удельной активности радиоцезия для почв с глубиной вследствие значительных процессов заболачивания территории и выщелачивания радионуклидов.

Удельная активность естественных радионуклидов 226Ra (< 270 Бк/кг), 232Th (<320 Бк/кг) и 40K (<350 Бк/кг) в почвах УОХ “Недвиговка” соответствует среднемировым значениям и характерны для Ростовской области [2].

Буферность почвы является важнейшей почвенно-химической характеристикой, и ее определяют как способность почвы противостоять изменению pH при добавлении к почве кислоты или основания [3]. Согласно методике определения буферности почв по Аррениусу были определены значения pH в почвенной суспензии горизонтов чернозема обыкновенного карбонатного при добавлении кислоты и щелочи (таблица 3).

Таблица 3 – Значения pH чернозема обыкновенного карбонатного среднемощного тяжелосуглинистого на лессовидном суглинке УОХ ЮФУ «Недвиговка» при изучении его буферности

№ стакан.	NaOH, мл	HCl, мл	H2O, мл	Vобщ., мл	pH, песок	pH, гор.Ad	pH, гор. A	pH, гор. AB	pH, гор. B
1	10		10	20	12,28	**11,29**	11,16	10,42	10,66
2	8		12	20	12,21	**11,24**	11,04	10,18	10,35
3	6		14	20	11,78	**10,78**	10,59	9,97	10,07
4	4		16	20	11,52	**10,55**	10,39	9,75	9,84
5	2		18	20	11,37	**10,14**	10,14	9,10	9,45
6	0		20	20	8,67	**9,22**	8,03	7,83	7,93
7		2	18	20	2,24	**8,00**	7,68	7,63	7,55
8		4	16	20	1,69	**7,31**	7,24	7,50	7,16
9		6	14	20	1,38	**6,90**	7,03	6,98	6,84
10		8	12	20	1,21	**6,74**	6,91	6,72	6,56
11		10	10	20	1,07	**6,50**	6,55	6,45	6,31

По полученным данным изменения pH были построены кривые буферности и рассчитаны площади буферности (таблица 4).

Таблица 4 – Площади буферности генетических горизонтов чернозема обыкновенного карбонатного УОХ ЮФУ «Недвиговка» (см^2)

Горизонт, см	Площадь, см^2		Соотношение площадей
	подщелачивания	подкисления	
Ad 0-5	3,5	24,0	6,85
A 15–20	5,0	23,5	4,70
AB 35-45	8,0	22,0	2,75
B	8,0	23,0	2,87

Установлено, что чернозем обыкновенный карбонатный в целом и по отдельным генетическим горизонтам имеет площади буферности при подкислении в 2,75–6,85 раза больше площади буферности при подщелачивании. Это означает, что почва более устойчива к изменению pH при добавлении кислоты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безуглова О. С. Гумусное состояние почв юга России / О. С. Безуглова. – Ростов-на-Дону, 2001. – С. 125–130.
2. Бураева Е. А. Содержание и распределение естественных радионуклидов в различных типах почвы Ростовской области / Е. А. Бураева, В. С. Малышевский // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 4: www.science-education.ru/110-9652
3. Воробьева Л. А. Теория и практика химического анализа почв / Л. А. Воробьева. – М. : ГЕОС, 2006. – 400 с.

УДК 195.095

ВЛИЯНИЕ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ТЕРРИТОРИИ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ЛУГОВО-ПАСТБИЩНЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ

Батраченко Екатерина Александровна, *кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО «Курский государственный университет»*, ***Россия,*** *г. Курск, ostkat@yandex.ru*

Агроландшафты являются результатом сельскохозяйственной деятельности человека. Формирование устойчивых агроландшафтов является одной из целей рационального сельскохозяйственного природопользования. Геоморфологическая структура территории является одним из ключевых факторов в перераспределении геомасс. Изучение факторов и механизмов проектирования устойчивых агроландшафтов позволит определить возможные способы оптимизации сельскохозяйственного землепользования.

Ключевые слова: устойчивость агроландшафтов, моделирование устойчивости, агроландшафты, геоморфологическая структура территории.

INFLUENCE OF THE GEOMORPHOLOGICAL STRUCTURE OF THE TERRITORY ON THE STABILITY OF MEADOW-PASTURE AGRICULTURAL LANDSCAPES

Batrachenko E. A.

Agricultural landscapes are the result of human agricultural activity. The formation of sustainable agricultural landscapes is one of the goals of rational agricultural environmental management. The geomorphological structure of the territory is one of the key factors in the redistribution of geomasses. The study of factors and mechanisms for designing sustainable agricultural landscapes will determine possible ways to optimize agricultural land use.

Keywords: stability of agricultural landscapes, modeling of stability, agricultural landscapes, geomorphological structure of the territory.

Проблема оценки механизмов устойчивости природно-антропогенных систем, которыми являются агроландшафты, относится к числу наиболее актуальных на современном этапе сельскохозяйственного землепользования. Исследование устойчивости природных и природно-антропогенных систем предполагает различные подходы, использующие в качестве индикатора устойчивости абиотические и биотические процессы и компоненты, а также их синтез. Геофизическая оценка устойчивости предполагает анализ интенсивности геоматических процессов как условия существования биоты [1]. Под геоматическими процессами понимается совокупность геоморфологических, тектонических, климатических процессов.

Существуют отдельная группа концепций, основной идеей которых является анализ энергетических процессов для определения устойчивости системы. Энергетика природных и природно-антропогенных систем проявляется в интенсивности выветривания, скорости перемещения вещества. Литературные данные об изменении функционирования биотического компонента в зависимости от геоморфологической структуры территории достаточно многочисленны [2]. Определенные количественные характеристики приводятся достаточно редко.

Лугово-пастбищные агроландшафты по специфике функционирования и структуре наиболее близки к естественным природным комплексам. Территория исследования – Суджанский район Курской области. Участки, выбранные для изучения, подвергаются систематическому слабому выпасу и сенокошению. Обобщенные данные исследования характеристик фитокомпонента позволили выделить некоторые закономерности в функционировании фитоценозов приуроченных к определенным геоморфологическим элементам, и изменении их энергетического потенциала. Максимальная видовая насыщенность отмечается для фитоценозов межводотоковых пространств (в отдельных случаях до 50 %). В пределах водотоков, на днищах действующих оврагов, в местах вреза отмечается общее угнетение растительности и снижение синтетических показателей. Отмечается варьирование коэффициента видового сходства фитоценозов разных геоморфологических элементов в пределах 0,20 до 0,80. Сравнительный анализ энергетического состояния фитоценозов склонов северной, северо-западной, юго-восточной и южной экспозиций выявил тенденцию уменьшения запасов энергии фитоценозов, приуроченных к склонам южной, юго-восточной экспозиции.

Формализация данных и построение адекватной математической модели позволили нам выявить наиболее оптимальный тип геоморфологической структуры территории для формирования механизмов естественной устойчивости экосистем. Результаты проведенных исследований показали, что наиболее значимыми для уровня энергетического состояния экосистемы в геоморфологический структуре являются уклоны поверхности. Уравнение функции аппроксимации параметра оптимизации при варьировании уклонов территории исследования следующий вид:

$$y(x) := A_0 + B_1 * x_1 + B_2 * x_{опт\ 2} + B_3 * x_{опт\ 3} + B_4 * x_4 + C_{11} * (x_1)^2 + C_{22} * (x_{опт\ 2})^2 + C_{33} * (x_{опт\ 3})^2 + C_{44} * (x_4)^2 + C_{12} * x_1 * x_{опт\ 2} + C_{13} * x_1 * x_{опт\ 3} + C_{14} * x_1 * x_4 + C_{23} * x_{опт\ 2} * x_{опт\ 3} + C_{24} * x_{опт\ 2} * x_4 + C_{34} * x_{опт\ 3} * x_4$$

Область оптимальных значений функции параметра оптимизации (устойчивости экосистем) представлена на рисунке:

Таким образом, геоморфологическая структура территории определяет не только механическое перераспределение вещества в ландшафте, но и является важным фактором в формировании механизмов его устойчивости, определяя уровень его энергетического состояния.

Учитывая выявленную закономерность, возможно корректировать сельскохозяйственную нагрузку на компоненты естественного ландшафта с целью сохранения его устойчивости.

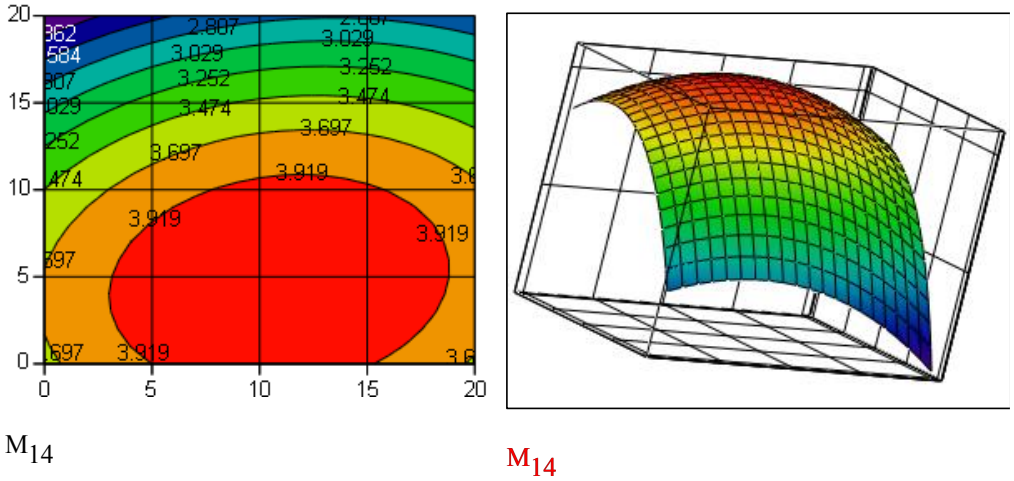


Рисунок – Линии равного уровня и поверхность функции отклика в пространстве параметров

ЛИТЕРАТУРА

1. Гродзинский М. Д. Оценка устойчивости геосистем методами теории надежности / М. Д. Гродзинский // Факторы и механизмы устойчивости. – М., 1989. – С. 157–163.
2. Свирежев Ю. М. Устойчивость биологических / Ю. М. Свирежев. – М. : Наука, 1978. – 352 с.

УДК 631.42

ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ ГИДРОМОРФИЗМА НА ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ И СООТНОШЕНИЕ ФРАКЦИЙ ЧЕРНОЗЕМОВ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЧАСТИ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Котова Екатерина Васильевна, *ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», **Россия**, г. Воронеж, tena1996@mail.ru*

Дан сравнительный анализ гранулометрического состава лесостепных почв при различной степени увлажненности. Выявлены типовые особенности распределения и соотношения фракций в профилях. Показано, что выщелоченный чернозем в отличие от остальных почв характеризуется более легким гранулометрическим составом, высокой степенью опесчаненности и меньшим, относительно остальных типов, содержанием илистой фракции в профиле.

Ключевые слова: черноземы, лугово-черноземные почвы, черноземно-луговые почвы, гидроморфизм, гранулометрический состав, физический песок, физическая глина, коэффициенты гранулометрических фракций.

INFLUENCE OF EXTENT HYDROMORPHISM ON GRANULOMETRIC COMPOSITION AND RATIO FRACTIONS CHERNOZEMS FOREST-STEPPE PART OF VORONEZH REGION

Kotova E. V.

Was given comparative analysis granulometric composition forest-steppe soils with different extent of moisture. Indentified typical features distribution and raio of fractions in profiles. Shown that leached chernozem in contrast to other soil types is characterized lighter granulometric composition, high extent of sandiness and less content silt fractiom in profile.

Keywords: chernozems, meadow chernozem soils, chernozem meadow soils, hydromorphism, granulometric composition, physical sand, physical clay, coefficient of granulometric fractions.

Введение. Гранулометрический состав является одним из основных диагностических признаков почв, определяющих ее физические и водно-физические свойства и влияющих на показатели потенциального плодородия. Тяжёлые почвы, обогащенные илом, содержат

больше гумуса и зольных элементов, обладают более высокой тепло- и влагоёмкостью. Однако в таких почвах затруднён дренаж, они склонны к развитию восстановительных процессов и внутрипочвенному оглеению, что может отрицательно сказываться на возделывании определенного ряда культур. В то же время лёгкие почвы имеют свободный дренаж, хорошую аэрацию, быстрее прогреваются. Они лучше поддаются обработке, однако требуют проведения определенных мелиоративных мероприятий для получения высокого урожая.

Таким образом, гранулометрический состав в определенной мере определяет производственную ценность почв, способы обработки, сроки полевых работ, нормы удобрений и тип мелиоративных мероприятий.

Цель, объекты и методы исследования. Целью работы было провести сравнительный анализ гранулометрического состава почв разных типов и выявить особенности распределения и соотношения фракций в почвах различной степени увлажненности. Объектами исследования были черноземы, лугово-черноземные и черноземно-луговые почвы Панинского и Хохольского районов Воронежской области.

Для исследования были заложены полнопрофильные разрезы до глубины 130–170 см, а на черноземно-луговой почве – полуразрез (в связи с близостью грунтовых вод), в которых детально исследовалась морфология и отбирались послойно почвенные образцы. В отобранные образцах общие анализы выполнены общепринятыми методами. Гранулометрический анализ проводился методом пипетки с обработкой пирофосфатом натрия по Н. А. Качинскому [1].

Обсуждение результатов. Результаты исследований показывают, что типичный чернозем характеризуется легкоглинистым гранулометрическим составом. Профиль обогащен илом и пылеватыми фракциями. Среднее содержание илистых частиц в гумусовой толще составляет 31,2 %, крупной пыли – 32,4 %.

Выщелоченный чернозем по сравнению с другими почвами характеризуется более легким гранулометрическим составом. В отличие от чернозема типичного, он в значительной степени опесчанен, причём количество песка нарастает с глубиной. В профиле этой почвы максимальное содержание фракции крупной пыли и ила отмечается на одной глубине – 40–50 см с дальнейшим уменьшением вниз по профилю.

Таблица 1 – Коэффициенты гранулометрического состава по В. С. Крыщенко [2]

Глубина, см	k_1	k_2	k_3	V, %
Разрез № 2. Чернозем типичный малогумусный мощный легкоглинистый на светло-бурой карбонатной глине				
0–20	1,52	1,98	1,06	50,6
30–40	1,59	2,15	1,10	46,5
60–70	1,62	1,87	1,32	53,5
100–110	1,51	1,78	1,15	56,1
160–170	1,44	1,74	1,04	57,6
Разрез № 4. Чернозем выщелоченный малогумусный среднемощный тяжелосуглинистый на покровной опесчаненной глине, подстилаемой лессовидным карбонатным суглинком				
0–10	1,85	1,84	1,85	54,3
20–30	2,02	1,71	2,43	56,1
40–50	1,92	1,73	2,16	57,7
80–90	2,49	1,57	4,11	63,7
120–130	2,43	1,58	3,90	63,3
Разрез № 1. Лугово-черноземная малогумусная мощная легкоглинистая на покровном карбонатной глине				
0–10	1,45	2,30	0,80	43,5
20–30	1,55	2,23	1,00	44,7
40–50	1,56	1,83	1,00	54,7
80–90	1,45	1,89	0,96	52,8
120–130	1,43	1,76	0,99	56,8
Разрез № 3. Черноземно-луговая малогумусная среднемощная глинистая на оглеенном лессовидном суглинке				
0–20	1,52	1,76	1,20	56,8
20–30	1,52	1,82	1,16	54,8
30–40	1,77	1,96	0,64	51,0

Полугидроморфные почвы по гранулометрическому составу близки к своим автоморфным аналогам. В профилях этих почв прослеживается общая тенденция: содержание илистой фракции с глубиной увеличивается, достигая максимума (около 40 %) в почвообразующей породе. Это, возможно, связано с внутрипрофильным перераспределением ила в результате иллювиирования или процесса оглинивания [3]. Изменение содержания фракции крупной пыли имеет обратную тенденцию: с глубиной она уменьшается.

Образцы черноземно-луговой почвы в связи с близостью грунтовых вод отобраны только до глубины 40 см, и полученные результаты не дают полной картины распределения гранулометрических фракций. Можно отметить лишь некоторое увеличение вниз по профилю содержания пылеватых фракций.

Для более детальной оценки особенностей гранулометрического состава исследуемых почв были рассчитаны коэффициенты, разработанные В. С. Крыщенко с соавторами [2].

Коэффициент k_1 характеризует разнокачественные массы физической глины (z) и физического песка (γ). Так как сумма этих фракций составляет 100 %, то $k_1 = 100/z$ или $k_1 = 1+\gamma/z$. Этот коэффициент выражает долю физической глины, приходящейся на единицу массы физического песка [2].

Полученные данные показывают, что наибольший коэффициент (k_1) имеет выщелоченный чернозем, и значительно меньше он в остальных почвах. Это показывает, что данная почва содержит больше физического песка, чем глины, что, вероятно, связано с генетическими особенностями данного подтипа.

Второй коэффициент k_2 устанавливает связь между меняющимися разнокачественными массами фракций ила (α) и пыли (β), которые характеризуют физическую глину. Поскольку $\alpha+\beta=z$, то $k_2=z/\alpha$ или $k_2= 1+\beta/\alpha$.

В проанализированных типичных и выщелоченных черноземах, а также в лугово-черноземных почвах значения этого коэффициента уменьшаются с глубиной и указывают на обратно пропорциональную зависимость по отношению к содержанию илистой фракции в профиле. Исходя из этой пропорции, в типичном черноземе выделяется глубина 30–40 см, на которую приходится максимальная величина k_2 (2,15) и соответственно максимальное обеднение илом. В черноземно-луговых почвах наблюдается обратная тенденция – с глубиной этот показатель увеличивается. Вероятно, это связано с наличием глеевого процесса и разрушением вторичных минералов.

Физическую глину можно охарактеризовать еще одним показателем V, указывающим на степень насыщенности физической глины илом. Это соотношение отражает содержание фракции менее 0,001 мм в 100 г физической глины: $V\,\% = 100*{}^{\alpha}/_{z}$. Данный показатель с глубиной увеличивается. Поскольку коэффициент характеризует насыщенность почв илом, то можно говорить о вымывании этой фракции вниз по профилю.

Коэффициент $k_3=\gamma/\beta$ показывает взаимосвязь между содержанием фракций физического песка (γ) и пылеватых фракций (β). Величина этого показателя достигает минимального значения (0,64) в черноземно-луговой почве, а максимального (4,11) – в выщелоченном черноземе. Это свидетельствует о том, что профиль этой почвы обогащен песчаной фракцией, причём степень опесчаненности с глубиной нарастает.

Выводы. Полученные данные свидетельствуют, что в исследуемом ряду почв при учете степени их гидроморфизма наблюдаются определенные различия в гранулометрическом составе и соотношении гранулометрических фракций. Величины коэффициента k_1 показывают, что в большинстве исследуемых почв содержание физической глины преобладает над содержанием физического песка, однако профиль выщелоченного чернозема выделяется на фоне остальных, где k_1 достигает величин более 2 единиц.

Величина показателя k_2 с глубиной уменьшается вместе с увеличением содержания ила в профиле. В черноземно-луговой почве наблюдается обратная тенденция, что, как правило, характерно для гидроморфных почв с близким залеганием грунтовых вод. В целом исследуемые почвы насыщены илом, величина показателя V в большинстве случаев больше 50 %, при этом особенно выделяются только верхние горизонты типичного чернозёма и лугово-черноземной почвы, что может свидетельствовать о вымывании илистых частиц из верхней части гумусовой толщи. На это указывает также и горизонт Bt выщелоченного чернозёма, где этот показатель превышает 60 %.

На фоне всех исследуемых почв особо выделяется выщелоченный чернозем с высокой степенью опесчаненности и снижением содержания ила с глубиной. Такие особенности в распределении гранулометрических фракций связаны с периодически промывным водным режимом, при котором возможен вынос продуктов почвообразования за пределы почвенной толщи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Качинский Н. А. Физика почвы. Часть 1 / Н. А. Качинский. – М. : Издательство Высшая школа, 1965. – 384 с.

2. Крыщенко В. С. Компенсационный принцип анализа гумус-гранулометрических соотношений в полидисперсной системе / В. С. Крыщенко, Т. В. Рябинец, О. А. Бирюкова, Н. Е. Кравцова // Почвоведение. – 2006. – № 4. – С. 473–483.

3. Щеглов Д. И. Черноземы Центра Русской равнины и их эволюция под влиянием естественных и антропогенных факторов / Д. И. Щеглов. – М. : Наука, 1999. – 211 с.

УДК 631.459

ЭРОЗИОННАЯ ДЕГРАДАЦИЯ ЧЕРНОЗЕМОВ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

Поляков Дмитрий Геннадьевич, *кандидат биологических наук, Институт степи УрО РАН – обособленное структурное подразделение ФГБУН Оренбургского федерального исследовательского центра УрО РАН, Оренбург,* ***Россия****, orensteppe@mail.ru*

Гулянов Юрий Александрович, *доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Институт степи УрО РАН – обособленное структурное подразделение ФГБУН Оренбургского федерального исследовательского центра УрО РАН, Оренбург,* ***Россия****, orensteppe@mail.ru*

Черноземы Оренбургской области имеют высокую подверженность эрозионной деградации ввиду природных условий, а также низкой эффективности противоэрозионных мероприятий и усиления деградационных процессов при традиционном экстенсивном земледельческом использовании.

Ключевые слова: земледелие, плодородие, сельскохозяйственные угодья, эрозия.

EROSION DEGRADATION OF BLACK SOIL IN THE ORENBURG REGION

Polyakov *D. G.*, Gulyanov Yu. A.

Chernozems of the Orenburg region have a high susceptibility to erosion degradation due to natural conditions, as well as low efficiency of anti-erosion measures and increased degradation processes in the traditional extensive agricultural use.

Keywords: agriculture, fertility, agricultural land.

Почвенный покров обрабатываемых земледельческих угодий Оренбургской области представлен преимущественно черноземами и каштановыми почвами. С севера на юг региона в соответствии с зональным изменением биоклиматических условий последовательно располагаются почвенные подзоны черноземов выщелоченных и типичных, обыкновенных черноземах, южных, а также темно-каштановые почвы.

Как известно, черноземы являются основным производственным ресурсом земледелия степной зоны РФ. Понимание их генезиса, функционирования почвенных процессов и трансформации в агроценозах необходимо для проектирования адаптивных ресурсосберегающих технологий, направленных на получение адекватного биоклиматическому потенциалу территории урожая сельскохозяйственных культур и поддержание эффективного природного плодородия. В практикуемых многие десятилетия экстенсивных земледельческих технологиях зачастую не учитывались принципы естественного формирования почвы. Использование этих технологий стало причиной развития активно действующих деградационных процессов [2], снижающих почвенное плодородие и ухудшающих качество земельных ресурсов.

Высокое естественное плодородие почв Южного Урала стало одной из причин чрезмерной распашки территории области без учёта оптимального соотношения угодий и качества земель, особенно в «целинную кампанию», вследствие чего площадь пашни с некоторыми колебаниями по периодам увеличилась с 4919,1 (1953 г.) до 6075,8 (2000 г.) тыс. га [3]. В результате зональные почвы были практически полностью распаханы, не тронутыми остались только низкопродуктивные или неудобные для обработки небольшие участки (рисунок 1). Как следует из представленных данных, максимальный уровень распашки свойственен почвам лесостепной (северной) зоны, а по мере продвижения к югу доля пашни сокращается за счет повышения площадей пастбищ. Следовательно, зональные почвы в результате сельскохозяйственного использования больше подвержены трансформации, связанной с земледелием, а интразональные – с выпасом.

Политические и социально-экономические преобразования конца XX-начала XXI века привели к формированию значительных площадей залежных земель, особенно в целинных районах. В результате наиболее удалённые низкоплодородные «выработанные», а также сосредоточенные на границах хозяйств или административных районов поля, были стихийно переведёны в залежь. В то же время деградированные агроландшафты вблизи населённых пунктов периодически обрабатываются до сих пор и при практикующихся экстенсивных методах в агротехнологиях продолжают терять своё природное плодородие (рисунок 2).

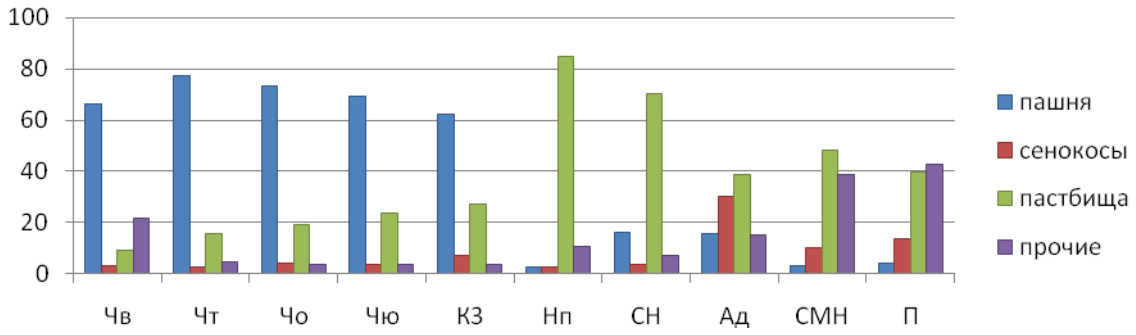


Рисунок 1 – Распределение земельных угодий по подтипам почв, %
Чв – чернозем выщелоченный, Чт – чернозем типичный, Чо – чернозем обыкновенный, Чю – чернозем южный, КЗ – темно-каштановая почва, Нп – неполно развитые почвы, СН – солонцы и солонцовые комплексы, Ад – аллювиальные почвы, СПМ – смыто-намытые почвы оврагов и балок, П – пески.

Рисунок 2 – Непродуктивные агроландшафты яровой и озимой пшеницы на низкоплодородных и эрозионно опасных почвах центральной зоны Оренбургской области

По общему убеждению авторитетных исследователей, в агроландшафтах Оренбургской области наиболее распространена эрозионная деградация, вызывающая безвозвратную потерю почвенного плодородия и генетического профиля почв обрабатываемых земель. Причиной доминирования именно этого вида деградации являются климатические, геолого-геоморфологические и палеогеографические условия территории. Не меньшим участием в эрозионном разрушении почв отличается и применение «агрессивных» земледельческих технологий, не адаптированных к их зональным особенностям.

Сравнение результатов двух туров почвенного обследования свидетельствует о существенном влиянии длительной глубокой отвальной обработки почвы на развитие эрозионных процессов, что привело к существенному увеличению доли нарушенных земель. Так, за пятидесятилетний период земледельческого использования только в лесостепной зоне произошло увеличение доли эродированных черноземов с 287,3 до 536,5 тыс. га (на 249,2 тыс. га, или 87 %), в основном за счет сокращения площади тучных и среднегумусных черноземов, которые к 2010 г. практически исчезли [6].

Из климатических факторов эрозии наибольшую опасность представляют ливневые осадки и талые воды при больших запасах воды в снеге [5]. Всхолмленный характер рельефа определяет развитие значительных площадей эродированных почв в пределах Бугульминско-Белебеевской возвышенности, Общего сырта, Урало-Сакмарского междуречья и низкогорий Южного Урала [4]. Существенное влияние на генезис и функционирование почвенного покрова, а также развитие эрозионных процессов оказывает наличие на территории области реликтового криогенного микрорельефа, сформировавшегося во второй половине позднего плейстоцена, в эпоху максимального похолодании (20–15 тыс. лет н.) [1, 7].

Анализ развития эрозионных процессов по почвенно-климатическим подзонам свидетельствует о наибольшей подверженности водной эрозии почв лесостепной зоны, характеризующейся наибольшим увлажнением. При продвижении на юг области отмечается снижение общего увлажнения и выполаживание рельефа, что приводит к сокращению развития водной эрозии и повышению доли дефляции (рисунок 3).

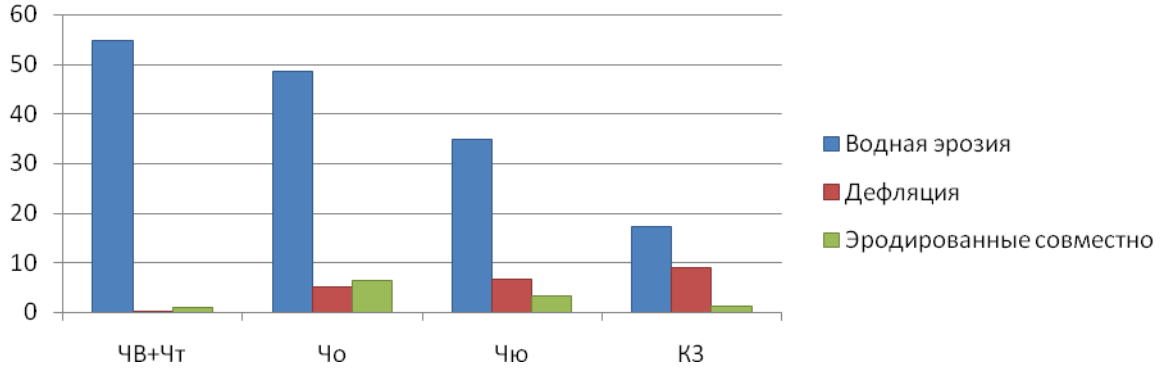


Рисунок 3 – Доля подверженных эрозионной деградации почв от общей площади почвенной подзоны, %.

Приведенные данные свидетельствуют о высокой подверженности черноземов Оренбургской области эрозионной деградации в виду природных условий, а также низкой эффективности противоэрозионных мероприятий и усилении деградационных процессов при традиционном экстенсивном земледельческом использовании.

Статья подготовлена по теме НИР Института степи УрО РАН: «Степи России: ландшафтно-экологические основы устойчивого развития, обоснование природоподобных технологий в условиях природных и антропогенных изменений окружающей среды», № ГР АААА-А17-117012610022-5.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алифанов В. М. Палеокриогенез и разнообразие почв центра Восточно-Европейской равнины / В. М. Алифанов, Л. А. Гугалинская, А. Ю. Овчинников. – М.: Изд-во: ГЕОС 2010. – 178 с.

2. Байбеков Р. Ф. Природоподобные технологии основа стабильного развития земледелия / Р. Ф. Байбеков // Земледелие. – 2018. – № 2. – С. 3–6.

3. Гулянов Ю. А. Оптимизация сельскохозяйственного землепользования на основе природоподобных технологий / Ю. А. Гулянов, С. В. Левыкин, Г. В. Казачков // Вопросы степеведения. – 2018. – № 14. – С. 57–61.

4. Климентьев А. И. Почвенно-экологические основы степного землепользования / А. И. Климентьев. – Екатеринбург : Изд-во УрО РАН. – 1997. – 248 с.

5. Климентьев А. И. Водная эрозия в степях Южного Урала / А. И. Климентьев, А. А. Чибилёв, Ю. М. Нестеренко и др. // Водные ресурсы. – 2010. – Т. 37. – № 1. – С. 102–112.

6. Поляков Д. Г. Антропогенная трансформация лесостепных черноземов Оренбургского Предуралья : автореф. дис…. канд. биол. наук. 03.02.13. Башкир. гос. аграр. Ун-т. – Уфа, 2010. – 26 с.

7. Рябуха А. Г. Реликтовая криогенная морфоскульптура Заволжско-Уральского региона / А. Г. Рябуха // Пути эволюционной географии : материалы Всерос. науч. конф., посвящ. памяти проф. А. А. Величко. – М. : ИГ РАН, 2016. – С. 277–282.

УДК 631.452.51

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ СВЕТЛО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ АГРОЛАНДШАФТОВ ЖАМБЫЛСКОЙ ОБЛАСТИ

Амангалиев Батыргалий Мурзабаевич, *кандидат сельскохозяйственных наук, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства», **Республика Казахстан,** Алматинская область, Карасайский район, п. Алмалыбак, kazniizr@mail.ru*

Жусупбеков Ербол Капарович, *кандидат сельскохозяйственных наук, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства», **Республика Казахстан,** Алматинская область, Карасайский район, п. Алмалыбак, kazniizr@mail.ru*

Хидиров Азамат Эдилбаевич, *кандидат сельскохозяйственных наук, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства», **Республика Казахстан,** Алматинская область, Карасайский район, п. Алмалыбак, kazniizr@mail.ru*

Установлено, что светло-каштановые богарные почвы Жамбылской области развиваются преимущественно в среднегорных и низкогорных условиях на склонах разных экспозиций и крутизны, водоразделах и верхних отделах предгорных равнин в пределах абсолютных высот 900–1300 м с элементами разнообразной гидрографической сети, свидетельствующими о сильной степени расчлененности территории и являющимися одним из важных факторов развития здесь водной эрозии.

Ключевые слова: агроландшафт, водная эрозия, светло-каштановая почва, агроэкологическая оценка, химические свойства.

ECOLOGICAL EVALUATION OF ERADED LIGHT-BROWN SOILS OF AGROLANDSCAPES OF THE ZHAMBIL REGION

Amangaliev B. M., Zhussupbekov Ye. K., Khidirov A. E.

It was found that light-brown rain-fed soils of the Zhambyl region develop mainly in mid-mountain and low-mountain conditions on the slopes of different exposures and steepness, watersheds and upper sections of the foothill plains within the absolute heights of 900–1300m with elements of a diverse hydrographic network, indicating a strong degree of fragmentation of the territory and being one of the important factors in the development of water erosion here.

Keywords: agricultural landscape, water erosion, light chestnut soil, agroecological assessment, chemical properties.

Основным экологическим фактором разрушения почвы в современный период является водная эрозия, масштабы распространения и развития которой достигают огромных

размеров. Согласно данным ФАО, общие мировые потери продуктивных земель от эрозии оцениваются примерно в 6,7 млн га, а потери плодородного слоя – в 24 млн т ежегодно [1].

В условиях Жамбылской области на пахотных склоновых землях проявляется водная эрозия почв. Светло-каштановые смытые почвы получили в Жамбылской области распространение в низкогорных условиях (Каратауский и Киргизский хребты, Чу-Илийские горы) на склонах разной экспозиции холмов и увалов и в верхних отделах подгорных равнин в пределах 900–1300 м абсолютной высоты. Их развитие обусловливается неспокойным рельефом и лессовидным механическим составом, приводящими к формированию в условиях плоскостного смыва и размыва при утрате гумуса мелкоземистой части. Почвообразующими породами данных почв практически повсеместно являются лессовидные суглинки, которые легко поддаются смыву в связи с чем способствуют более усиленному проявлению здесь водной эрозии. От неэродированных почв смытые аналоги отличаются более укороченным гумусовым горизонтом, меньшим содержанием гумуса, азота, фосфора и других питательных веществ, то есть являются значительно менее плодородными.

На исследуемом типичном по ландшафтно-экологическим условиям земельном участке в сельском округе «Ак-Булын» Кордайского района Жамбылской области встречаются преимущественно слабосмытые и среднесмытые разности исследуемых почв, степень смытости которых оценивалась по уменьшению мощности гумусовых горизонтов (А+В) с учетом содержания гумуса.

Морфологические и химические свойства оценивались по типичным разрезам, заложенным на склонах северной, южной и восточной экспозиций, имеющих преобладающее распространение. Приводим описание слабосмытой пахотной почвы северного склона для сравнения целинной несмытой почвой в аналогичных ландшафтных условиях.

Разрез 1. Заложен в 4,5 км на северо-восток от северной окраины с. Георгиевка Кордайского района Жамбылской области на стыке с автомагистралью Алматы – Бишкек. Предгорная наклонная равнина в северном направлении. Склон северной экспозиции крутизной 3^0. Пашня, посевы озимой пшеницы. Абсолютная высота 1000 м. Вскипание с поверхности до дна разреза.

$А_{пах}$: 0–20 см. Сероватый с каштановым оттенком, свежий, слабоуплотненный, лессовидно-тяжелосуглинистый, комковатый, переход постепенный.

В: 20–37 см. Коричневато-буроватый, лессовидно-тяжелосуглинистый, свежий, уплотненный, комковатый, слабокорешковатый, переход ясный.

ВС: 37–51 см. Желто-бурый, свежий, тяжелосуглинистый, комковатый, плотный, переход ясный.

С: 51–95 см. Желтый с буроватым оттенком, тяжелосуглинистый, плотный сухой, с обилием карбонатов и белесых пятен.

Разрез 2. Заложен в 4,65 км на северо-восток от северной окраины с. Георгиевка с автомагистралью Алматы-Бишкек и в 50 м на запад от Р-1. Целина – та же предгорная равнина, где Р-1. Склон северной экспозиции крутизной 3^0. Абсолютная высота 1000 м. Вскипание от 10 % HCl с поверхности до дна разреза.

$А_0$: 0–6 см. Светло-каштановый, сухой, суглинистый, среднекорешковатый, комковато-зернистый, рыхлый, переход резкий.

$А_1$: 6–17 см. Светло-каштановый, сухой, лессовидно-суглинистый, комковато-пороховатый, уплотненный, переход ясный по цвету.

$В_1$: 17–35 см. Светло-каштановый с буроватым оттенком, сухой, комковато-пороховатый, среднекорешковатый, лессовидный, уплотненный, переход постепенный.

$В_2$: 35–47 см. Коричневато-бурый, свежий, уплотненный, комковатый, лессовидно-суглинистый, слабокорешковатый, переход постепенный.

ВС: 47–75 см. Желто-бурый, свежий, плотный, лессовидный суглинок, прочнокомковатой структуры.

С: 75–103 см. Желтый с буроватым оттенком, свежий лессовидный, плотный суглинок.

Не останавливаясь более на морфологическом описании строения почвенных профилей, заложенных в различных экологических условиях, считаем необходимым отметить основные закономерности в развитии и распространении смытых почв. Так, слабосмытые почвы характеризуются сокращением гумусового горизонта (А+В) в основном на 5–12 см, среднесмытые – 13–19 см. Слабосмытые почвы имеют мощность гумусового горизонта (А+В) в среднем 35–40 см, среднесмытые – 25–32, сильносмытые – 17–24. Слабосмытые почвы в основном распространены на склонах западных и южных экспозиций крутизной до 3^0, на северных и восточных они расположены и на склонах крутизной до 5^0, тогда как на южных и западных экспозициях при данной крутизне почвы уже относятся к среднесмытым. У смытых почв почвенной профиль менее дифференцирован на горизонты по цвету и текстуре, отмечается их большая уплотненность, более светлая окраска, особенно на южных и западных экспозициях, а также выраженность слоисто-листоватого сложения в иллювиальном горизонте.

Химические и физико-химические исследования показали, что в несмытой светло-каштановой пахотной почве, расположенной на водоразделе, содержание гумуса составляет в верхнем слое 1,52 %, в слабосмытой на северном склоне крутизной 3^0 – 1,32 %, при такой же крутизне южном склоне – 0,88 и восточном – 1,15, а на целине северной экспозиции – 1,82, южной – 1,49 %. Снижение содержания гумуса от несмытой почвы водораздела составило при этом на склоне северной экспозиции 13,2 %, восточной – 24,4, южной – 42,2 (таблица 1). Это свидетельствует о том, что при одинаковой крутизне на склонах северной экспозиции в настоящее время развиваются слабосмытые почвы, восточной – среднесмытые и южной – среднесмытые на грани перехода к сильносмытым, то есть наименее противоэрозионной устойчивостью характеризуются почвы на склонах южной экспозиции.

Таблица 1 – Химические и физико-химические показатели богарных светло-каштановых смытых почв

№ разреза, экспозиция, крутизна, угодие, эродированность	Глубина, см	Гумус, %	Азот, %	C : N	CO_2, %	Поглощенные катионы, мг.-экв. на 100 г				pH
						Ca^{++}	Mg^{++}	сумма	Отношение Ca : Mg	
Р-10. Водораздел, пашня неэродированная	0–20	1,52	0,088	10,0	2,5	10,6	2,6	13,2	4,07	8,1
	22–32	1,06	0,061	10,0	3,6	10,8	2,8	13,6	3,8	8,3
	40–50	0,73	0,048	9,9	3,8	10,3	2,8	13,1	3,7	8,2
	80–90	0,60	0,042	10,2	4,0	8,5	3,0	11,5	2,8	8,3
Р-1. Склон северной экспозиции, 3^0, пашня слабоэродиванная	0–20	1,32	0,076	10,1	2,5	10,4	2,4	12,8	4,07	8,3
	20–30	0,86	0,050	9,9	3,6	10,2	2,8	13,0	3,6	8,3
	40–50	0,54	0,031	10,1	3,6	9,7	2,8	12,5	3,3	8,3
	80–90	0,47	0,027	10,1	3,8	8,5	3,0	11,5	2,8	8,4
Р-4. Склон южной экспозиции, 3^0, пашня среднеэродированная	0–20	0,88	0,051	10,0	2,7	9,6	2,6	12,2	3,7	8,4
	20–30	0,84	0,048	10,1	2,1	8,7	2,8	11,5	3,1	8,4
	40–50	0,64	0,036	10,3	2,6	8,1	2,8	10,9	2,9	8,3
	80–90	0,47	0,028	9,7	6,2	7,2	3,0	10,2	2,4	8,3
Р-5. Склон восточной экспозиции, 3^0, пашня среднеэродированная	0–17	1,15	0,066	10,1	2,2	12,1	2,7	12,8	4,5	8,3
	17–27	0,57	0,033	10,0	3,4	11,5	3,0	14,5	3,8	8,4
	40–50	0,51	0,029	10,2	4,1	10,6	3,0	13,6	3,5	8,3
	70–80	0,37	0,026	8,3	2,3	10,0	3,2	13,2	3,1	8,3

В связи с уменьшением содержания гумуса в смытых почвах снижается обеспеченность азотом, количество которого в 1,1–1,7 раза меньше, чем в несмытых. При этом уменьшается сумма поглощенных оснований на 8–10 %, сужается отношение Ca : Mg с 4 до 3,7–3,1. Это объясняется тем, что в результате эрозии к поверхности почвы приближаются нижние слои, характеризующиеся более низким содержанием гумуса, тонкодисперсных фракций и более узким отношением Ca : Mg.

Эрозия резко ухудшает обеспеченность почв подвижными элементами питания. Так, среднее содержание азота нитратов в пахотном слое слабосмытых почв снижается в 1,2 раза, среднесмытых – 1,5 раз по сравнению с несмытыми (таблица 2).

Таблица 2 – Содержание подвижных элементов питания в смытых почвах, мг/кг (слой 0–20 см)

Степень эродированности почвы	Доступные формы		
	$N\text{-}NO_3$	P_2O_5	K_2O
Неэродированная	9,6	13,2	370
Слабоэродированная	8,0	9,3	340
Среднеэродированная	6,5	8,0	308

Содержание подвижного фосфора и обменного калия уменьшается в 1,4; 1,6 и 1,1–1,2 раз соответственно. Полученные результаты по изучению химических и химико-физических свойств смытых почв свидетельствуют о их ухудшении с увеличением степени эродированности. Здесь в первую очередь отмечается уменьшение мощности гумусового горизонта, снижение содержания гумуса и азота, суммы поглощенных катионов и подвижных элементов питания и большое варьирование данных показателей в пространстве, что еще раз свидетельствует о необходимости изучения плодородия почв в элементарном ареале агроландшафта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Lai R. Sustainable development and management of land and water resources // FAO Netherlands conference on agriculture and the environment, Hertrogenbosch. Background docum. № 1 April 1991. – Rome. – 22 p.

УДК 631.5:631.445.4

СОСТОЯНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ЧЕРНОЗЁМНЫХ ПОЧВ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Юмашев Харис Садрейевич, *кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБНУ «Челябинский НИИСХ», **Россия**, Челябинская область, Чебаркульский район, п. Тимирязевский, ул. Чайковского, 14, chniisx2@mail.ru*

Захарова Ирина Александровна, *кандидат биологических наук, ФГБНУ «Челябинский НИИСХ», **Россия**, Челябинская область, Чебаркульский район, п. Тимирязевский, ул. Чайковского, 14, chniisx2@mail.ru*

Одной из наиболее важных задач мониторинга земель является контроль содержания в почвах валовых и подвижных форм основных элементов питания. Выявлено повсеместное снижение запасов подвижного фосфора в почвах, вовлечённых в сельскохозяйственный оборот. Пахотные угодья существенно уступают целинным аналогам по запасам гумуса. Также по данным мониторинга возросла кислотность чернозёмных почв.

Ключевые слова: подвижный фосфор, кислотность, мониторинг почв, целина, пашня.

THE FERTILITY STATUS OF CHERNOZEM SOILS OF THE CHELYABINSK REGION

Umashev H. S., Zaharova I. A.

One of the most important tasks of land monitoring is to control the content of gross and mobile forms of basic nutrients in soils. A widespread decrease in the reserves of mobile phosphorus in soils involved in agricultural circulation was revealed. Arable land is significantly inferior to virgin lands in terms of humus. Also, according to monitoring, the acidity of chernozem soils increased.

Key words: mobile phosphorus, soil acidity, soil monitoring, virgin soil, arable land.

В. В. Докучаев, говоря о русском чернозёме, отмечал, что «коренное, ни с чем не сравнимое богатство России является результатом удивительного, счастливого и весьма сложного комплекса целого ряда физических условий. И, может быть, одни степи Сибири способны в этом случае конкурировать с нашей чернозёмной полосой» [1].

Челябинская область – уникальный регион с большим разнообразием типов почв. В связи с протяжённостью территории области вдоль Уральских гор здесь встречаются как дерново-подзолистые, серые и тёмно-серые лесные и горно-лесные почвы, так и чернозёмы, которые занимают около 82 % (2530,97 тыс. га) площади пашни. Основные площади чернозёмных почв находятся в степной зоне и представлены они чернозёмами обыкновенными и южными.

В силу специфических природных условий и высоких техногенных нагрузок в Челябинской области отчётливо проявляются такие негативные явления, как эрозия и дефляция почвы, её закисление, загрязнение токсикантами [2, 4]. Эти явления проявляются и в других регионах страны, что отмечают в своих работах многие исследователи [3, 5, 6]. Современные адаптивные системы земледелия должны корректироваться с учётом всех основных показателей, характеризующих почву как среду обитания растений.

Мониторинг земель – важнейший неотъемлемый раздел системы мер общегосударственного значения, направленных на сохранение плодородия почв, предупреждение её деградации и техногенного загрязнения. Челябинская область одна из первых в Российской Федерации с 1993 г. начала работу по расширенной программе мониторинга земель сельскохозяйственного назначения с охватом всех основных подтипов зональных почв. В соответствии с программой в 20 административных районах области было создано 37 стационарных пунктов. Периодичность комплексного обследования зональных почв в пунктах мониторинга по основным агрохимическим и агрофизическим показателям – раз в 5 лет. Содержание гумуса и валовых форм азота, фосфора и калия определяется через 10 лет.

Результаты исследований. Одним из основных показателей, регламентирующих плодородие почв, является содержание гумуса. В среднем по представленным подтипам чернозёмных почв области содержание гумуса на целине существенно выше, чем на пашне. Особенно заметны различия по содержанию гумуса в чернозёме выщелоченном. На первом этапе обследования его содержание в слое почвы 0–40 см на целине на 2,08 % было выше, чем на пашне. К четвёртому этапу эта разница составила 1,54. Результаты статистической обработки данных показывают, что в большинстве случаев изменчивость содержания гумуса в выборке незначительная (таблица 1). На целинных аналогах чернозёмных почв содержание гумуса находится в стадии равновесия. Здесь будет уместно привести цитату В. В. Докучаева из его собрания сочинений (том III), когда «приход гумуса в ней будет равен расходу» (1).

Таблица 1 – Изменение содержания гумуса в чернозёмных почвах в зависимости от типа угодья в слое 0–40 см

Тип почвы	Тип угодья	Содержание гумуса по горизонтам исследований					
		1 этап (1993–94 гг.)		2 этап (1998–99 гг.)		4 этап (2008–12 гг.)	
		$\bar{x} + S_{\bar{x}}$	V, %	$\bar{x} + S_{\bar{x}}$	V, %	$\bar{x} + S_{\bar{x}}$	V, %
Чернозём выщелоченный	пашня	5,37 + 0,31	8,1	5,04 + 0,37	6,8	5,90 + 0,22	5,0
	целина	7,45 + 0,19	8,8	6,45 + 0,72	12,7	7,44 + 0,42	6,2
Чернозём обыкновенный	пашня	5,99 + 0,16	8,8	5,57 + 0,52	7,9	6,22 + 0,19	4,1
	целина	6,97 + 0,26	11,9	6,51 + 0,87	8,8	6,73 + 0,19	3,7

Контроль содержания в почвах подвижных форм основных элементов питания является одной из важных задач, дающих представление о направлении и темпах динамических процессов, ведущих к позитивным или негативным изменениям эффективного плодородия почв.

По данным мониторинга запасы подвижного фосфора на пашне чернозёма выщелоченного выше, чем на пашне чернозёма обыкновенного. На целинных аналогах данных подтипов почв различия менее значимы. Выявлено увеличение запасов фосфора на пашне выщелоченных чернозёмов более чем на 50 % за 20 лет наблюдений. В то время как в обыкновенных чернозёмах содержание подвижного фосфора не изменилось, разница между первым и пятым этапами исследований составила 13 %, что не превышает погрешность самого метода определения (таблица 2). В целинных аналогах выщелоченных чернозёмов подвижного фосфора содержится гораздо меньше, чем на пашне. В обыкновенных чернозёмах запасы подвижного фосфора практически одинаковы на обоих типах угодий, что можно объяснить от-

носительно небольшим возрастом пашни по отношению к выщелоченным чернозёмам, освоенным гораздо раньше.

Таблица 2 – Изменение содержания подвижного фосфора в чернозёмных почвах в зависимости от типа угодья в слое 0–40 см.

Тип почвы	Тип угодья	Содержание подвижного фосфора, мг/кг					
		1 этап (1993–1997 гг.)		3 этап (2003–2007 гг.)		5 этап (2013–2017 гг.)	
		□x + □S □x	V, %	□x + □S □x	V, %	□x + □S □x	V, %
Чернозём выщелоченный	пашня	36,5 + 2,5	9,9	46,4 + 4,3	9,1	57,3 + 5,8	12,1
	целина	33,3 + 4,2	10,4	30,2 + 2,5	8,6	29,0 + 2,9	6,7
Чернозём обыкновенный	пашня	22,2 + 2,4	16,1	25,5 + 3,4	16,7	25,1 + 3,1	14,4
	целина	27,8 + 2,1	11,1	24,2 + 2,6	11,0	25,5 + 2,6	9,1

Таким образом, содержание подвижного фосфора в почве в сильной степени зависит от окультуренности почвы, в основе которой частично лежит уровень её удобренности, а также, по нашему мнению, влияние климатических факторов: чередование остро-засушливых и переувлажнённых лет. Данное обстоятельство может привести к повышению растворимости фосфатов, на что в своих исследованиях указывали Лебедянцев и Францессон.

За 20-летний срок между этапами обследования на целине и пашне выщелоченных чернозёмов произошло снижение содержания обменного калия. Это указывает на необходимость наблюдений за калийным режимом почв, чтобы избежать проявления негативных последствий в связи со снижением запасов калия (таблица 3).

Таблица 3 – Изменение содержания обменного калия в чернозёмных почвах в зависимости от типа угодья в слое 0–40 см

Тип почвы	Тип угодья	Содержание подвижного фосфора, мг/кг					
		1 этап (1993–1997 гг.)		3 этап (2003–2007 гг.)		5 этап (2013–2017 гг.)	
		□x + □S □x	V, %	□x + □S □x	V, %	□x + □S □x	V, %
Чернозём выщелоченный	пашня	113,2 + 4,2	7,9	89,7 + 3,9	8,5	81,0 + 7,2	12,7
	целина	191,7 + 8,3	11,0	180,3 + 5,4	10,0	174,1 + 6,3	13,0
Чернозём обыкновенный	пашня	154,8 + 6,8	15,0	128,4 + 8,9	10,3	161,4 + 15,2	13,8
	целина	315,4 + 24,2	21,3	258,2 + 20,2	12,9	221,0 + 25,6	17,6

Обменная кислотность – важный показатель физико-химических свойств. Обменная кислотность выщелоченных чернозёмов на пахотных угодьях изменилась с 5,64 до 5,53, на целинном аналоге с 5,84 до 5,61. В чернозёмах обыкновенных отмечено снижение абсолютных значений кислотности на пашне с 6,22 до 6,07, на целине с 6,23 до 5,99 (таблица 4). Статистическая обработка показала незначительную изменчивость внутри выборки.

Таблица 4 – Изменение содержания обменной кислотности в черноземных почвах в зависимости от типа угодья в слое почвы 0–40 см

Тип почвы	Тип угодья	Содержание подвижного фосфора, мг/кг					
		1 этап (1993–1997 гг.)		3 этап (2003–2007 гг.)		5 этап (2013–2017 гг.)	
		□x + □S □x	V, %	□x + □S □x	V, %	□x + □S □x	V, %
Чернозем выщелоченный	пашня	5,64 + 0,06	2,3	5,32 + 0,12	2,8	5,53 + 0,06	1,1
	целина	5,84 + 0,19	6,1	5,55 + 0,14	3,8	5,61 + 0,14	2,6
Чернозем обыкновенный	пашня	6,22 + 0,35	6,8	6,12 + 0,43	8,6	6,07 + 0,31	6,7
	целина	6,23 + 0,07	2,7	5,97 + 0,15	3,7	5,99 + 0,29	3,4

Таким образом, мониторинг земель сельскохозяйственного назначения позволяет нам комплексно оценить плодородие и агроэкологическое состояние зональных почв Челябинской области.

1. Установлено, что по запасам гумуса выщелоченные чернозёмы превосходят обыкновенные. Также имеются различия по типам угодий: на пашне запасы гумуса существенно уступают целинным аналогам.

2. Выявлены различия в содержании подвижного фосфора и обменного калия на пашне и целине, что обусловлено как природными факторами, так и степенью окультуренности почв.

3. Отмечается возрастание кислотности обоих подтипов чернозёмных почв.

ЛИТЕРАТУРА

1. Докучаев В. В. Сочинения том III русский чернозем / В. В. Докучаев. – М.-Л., Изд. АН СССР, 1949. – С. 481.

2. Вражнов А. В. Адаптивные системы земледелия – основа повышения плодородия и продуктивности южноуральских черноземов / А. В. Вражнов // Проблемы Уральских Черноземов: сб. науч. тр. / ЧНИИСХ. – Челябинск. 1993. – С. 14–23.

3. Кирюшин В. И. Агрономическое почвоведение / В. И. Кирюшин. – М. : Колос, 2010. – 687 с.

4. Кушниренко Ю. Д. Агрохимические аспекты повышения эффективного плодородия южноуральских черноземов / Ю. Д. Кушниренко // Проблемы Уральских Черноземов : сб. науч. тр. / ЧНИИСХ. – Челябинск. 1993. – С. 87–112.

5. Результаты агрохимического мониторинга на реперных участках. – М. : Агроконсалт, 2001. – 80 с.

6. Брагин В. Н. Трансформация черноземных почв Челябинской области в процессе сельскохозяйственного использования / В. Н. Брагин [и др.] // Состояние почв Центрального Черноземья России и проблемы воспроизводства их плодородия : сб. науч. докл. – Каменная степь, 2015. – С. 242–246.

СЕКЦИЯ 2. СТРУКТУРА И ПРОДУКТИВНОСТЬ СОВМЕЩЕННЫХ СЕВООБОРОТОВ В АГРОЛАНДШАФТЕ

УДК 631: 633. 1 (574.2)

ОПТИМАЛЬНОЕ НАСЫЩЕНИЕ ПОЛЕВЫХ СЕВООБОРОТОВ ЗЕРНОВЫМИ КУЛЬТУРАМИ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

Кияс Алдаберген Алдаонгарулы, *ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А. И. Бараева», Шортанды,* ***Республика Казахстан,*** *tsenter-zerna@mail.ru, kiyas.aldabergen@mail.ru, irmulatov61@mail.ru*

Ирмулатов Бакыт Рахымбаевич, *доктор сельскохозяйственных наук, ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А. И. Бараева», Шортанды,* ***Республика Казахстан,*** *tsenter-zerna@mail.ru, kiyas.aldabergen@mail.ru, irmulatov61@mail.ru*

На основе многолетних исследований определены оптимальные параметры насыщения полевых севооборотов зерновыми культурами при чередовании в зернопаровых севооборотах в условиях Северного Казахстана. В результате установлено, что насыщение полевых севооборотов зерновыми и зернофуражными культурами до 84 %, ведет к увеличению урожайности зерна на 22,8–25,1 ц/га и продуктивности до 17,5 ц/га севооборотной площади пашни.

Ключевые слова: чистый пар, зерновые культуры, полевые севообороты, урожайность зерна, северный Казахстан.

OPTIMAL SATURATION OF FIELD CROP TURNS WITH GRAIN CROPS IN THE CONDITIONS OF NORTH KAZAKHSTAN

Kiyas A. A., Irmulatov B. R.

Based on many years of research, the optimal parameters for saturation of field crop rotations with grain crops during alternation in grain-crop rotations in northern Kazakhstan are determined. As a result, it was found that saturation of field crop rotation with grain crops, in particular grain crops up to 84%, leads to an increase in grain yield by 22.8–25.1 kg / ha and productivity up to 17.5 centners per 1 ha of arable land cultivated area.

Key words: pure steam, crops, field crop rotation, grain yield, Northern Kazakhstan

Республика Казахстан – крупный производитель зерна яровой пшеницы, в том числе сильных и твердых сортов, являющихся сырьем для получения высококачественных хлебобулочных, кондитерских изделий, лучших сортов макаронных изделий и круп. Продукция производимых в республике высококачественных сортоа пшеницы пользуется большим спросом в странах СНГ и за рубежом. Уровень развития производства зерна всегда был одной из главнейших характеристик экономической самостоятельности и благосостояния любой страны. С одной стороны, этот ценнейший продукт носит стратегический характер, что определяет серьезный государственный интерес к зернопроизводству, с другой – это основа развития всего агропромышленного комплекса. Зерно – не только хлеб и крупы, но также мясо, птица и т. д. Масштабы зерновой отрасли в Казахстане, доля вовлеченных в нее ресурсов, обширные межотраслевые связи во многом определяют общее состояние экономики. Зерно является важнейшим объектом внешнеэкономических торговых связей. Все это предполагает доминирующее положение формирующегося рынка зерна в общем процессе развития рыночных отношений в сфере агропромышленного комплекса [1].

Однако произошедшее значительное снижение уровня интенсивности ведения зернового хозяйства в сочетании с малоэффективным использованием его биологического и производственного потенциала, недостаточным и не комплексным материально-техническим обеспечением зернопроизводящих хозяйств и несовершенством структуры посевных площадей существенно уменьшают долю и адаптацию зерновой отрасли в регионе. Поэтому следует изучить пути дальнейшего совершенствования структуры пашни насыщением зерновыми

культурами для товарного производства зерна в северных областях Казахстана, где в основном сосредоточены площади их посевов.

Научные исследования проводились в 2009–2013 гг. на многолетнем стационаре (поле № 5 с координатами: N 51°32'51,77"; E 71°03'27,50",) по изучению различных типов и видов полевых севооборотов ТОО НПЦЗХ им. А.И. Бараева, расположенного в северной части Акмолинской области. В пахотном горизонте гумуса содержится 3,5–3,7 %, валовые запасы азота 0,312–0,307 %, фосфора 0,126–0,130. По данным метеорологического поста ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А. И. Бараева» 2009, 2011, 2013 годы были самыми благоприятными по влагообеспеченности, а 2010, 2012 годы были очень засушливыми, особенно во второй половине вегетации.

Агротехника в опыте. Основная обработка почвы в опытах проведена вслед за уборкой культур в конце сентября плоскорезом-глубокорыхлителем (КПГ-2-250) на глубину 25–27 см. В зимний период проводили снегозадержание снегопахами СВУ-2,6, расстояния между валками составляют 3–4 м. Ранневесеннее выравнивание почвы (закрытие влаги) осуществлялось в первой пятидневке мая с бороной БИГ-3. Перед посевом во всех полях севооборота предпосевная обработка почвы проведена культиватором ОП-8. Перед посевом семена зерновых культур протравливались протравителем Витавакс 200 ФФ, 34 % в. с. к. с нормой 1,5–2,0 л/т. против пыльной головни и корневой гнили. Посевы яровой пшеницы проведены в оптимальные сроки с нормой высева 2,8–3,0 млн всхожих зерен на 1 га посевной площади. Глубина заделки семян 5–6 см. Зернофуражные культуры посеяны в начале июня. Нормы высева семян составили 3,0–3,2 млн всхожих зерен на 1 га. Глубина заделки 5–6 см. На всех изучаемых севооборотах внесено при посеве в рядки минеральное удобрение аммофос 30–35 кг/га в д. в. В фазе кущения посевы яровой пшеницы и ячменя опрыскивались гербицидами против многолетних двудольных и однолетних злаковых сорняков баковыми смесями Гранстар 75 % с. т. с. 12г/га + ПАВ Тренд 0,15 л/га + Пума супер 100, 10 % – 0,8 л/га + Дезормон эфир 72 % к. э. – 0,8 л/га. Паровые поля в течение лета обрабатывались 4 раза на глубину 10–12 см плоскорезом-культиватором ПГ-3-5. Уборка зерновых культур осуществлялась прямым комбайнированием, комбайном Wintersteiger-Delta. Сложившаяся структура посевных площадей зерновых культур благоприятна для их размещения при условии равнозначного участия всех культур в зернопаровом севообороте (таблица 1).

Таблица 1 – Схемы зернопаровых севооборотов с насыщением зерновых культур

Севообороты	Доля			
	пара, %	яровой пшеницы, %	зернофуражных культур, %	всего зерновых, %
4-польный пшенично-паровой севооборот с чередованием: пар чистый – пшеница – пшеница – пшеница (контроль).	25	75	-	75
4-польный зернопаровой севооборот с чередованием: пар чистый – пшеница – пшеница – ячмень	25	50	25	75
5-польный зернопаровой севооборот с чередованием: пар чистый – пшеница – пшеница – ячмень – пшеница	20	60	20	80
6-польный зернопаровой севооборот с чередованием: пар чистый – пшеница – пшеница – овёс-пшениц-ячмень	16	50	34	84

Схемы полевых опытов закладывались с чередованием зерновых культур и с различной долей чистого пара на различных зернопаровых севооборотах. Изучался 4-польный пшенично-паровой севооборот как контроль, насыщенный яровой пшеницей, и одним полем чистого пара, 4–5-польные зернопаровые севообороты с одним полем и 6-польные с двумя полями, отведенными под зернофуражные культуры.

В результате пяти лет исследований во всех изучаемых зернопаровых севооборотах наиболее высокий урожай яровой пшеницы обеспечивает чистый пар. В зависимости от различных севооборотов урожайность зерна в среднем за 5 лет по чистому пару составила от 20,5 до 21,7 ц/га (таблица 2).

Таблица 2 –Урожайность зерна и продуктивность зернопаровых севооборотов, ц/га

Севооборот	Годы исследований					Среднее
	2009	2010	2011	2012	2013	
4п. Пар чистый	–	–	–	–	–	–
Пшеница	21,2	12,2	33,1	8,9	27,7	20,6
Пшеница	19,8	12,6	31,4	8,9	23,7	19,3
Пшеница	17,1	10,0	31,2	9,4	22,7	18,1
Средний урожай по севообороту	19,4	11,6	31,9	9,0	24,7	19,3
Выход зерна с 1 га пашни	14,5	8,7	23,9	6,8	18,5	14,5
4п. Пар чистый	–	–	–	–	–	–
Пшеница	23,2	11,6	32,7	10,0	29,5	21,4
Пшеница	18,8	9,5	31,8	9,0	22,4	18,3
Ячмень	26,1	11,2	36,9	11,9	28,2	22,9
Средний урожай по севообороту	22,7	10,8	33,8	10,3	26,7	20,9
Выход зерна с 1 га пашни	17,0	8,1	25,3	7,7	20,0	15,6
5п. Пар чистый	–	–	–	–	–	–
Пшеница	19,8	11,7	33,6	9,2	28,4	20,5
Пшеница	19,1	11,1	28,0	8,6	25,2	18,4
Ячмень	31,4	11,2	37,3	14,0	31,7	25,1
Пшеница	18,0	8,1	27,1	8,2	25,5	17,4
Средний урожай по севообороту	22,1	10,5	31,5	10,0	27,7	20,4
Выход зерна с 1 га пашни	17,7	8,5	25,2	8,0	22,2	16,3
6п. Пар чистый	–	–	–	–	–	–
Пшеница	23,4	11,4	33,0	12,6	28,0	21,7
Пшеница	19,2	11,9	31,4	9,8	23,8	19,2
Овёс	24,3	7,7	29,7	17,2	36,0	23,0
Пшеница	16,6	9,0	30,1	9,6	22,1	17,5
Ячмень	26,7	9,7	33,6	12,9	31,1	22,8
Средний урожай по севообороту	22,0	9,9	31,6	12,4	28,2	20,8
Выход зерна с 1 га пашни	18,4	8,4	26,3	10,3	23,5	17,5
$НСР_{0,95}$, ц/га- для выхода зерна	2,30	2,34	3.86	1,28	3,98	2,75

Однако чтобы получить высокий урожай зерна по чистому пару требовался 21 мес. В 6-польном зернопаровом севообороте, где удельный вес пара не более 16 %, урожайность яровой пшеницы в среднем составила 21,7 ц/га и последующем при размещении 3-й культуры овес сформировал среднюю урожайность 23,0 ц/га.

Результаты проведенных исследований показали, что при всех равных условиях с яровой пшеницей, включение в зернопаровые севообороты одно или двух полей зернофуражных культур повышает урожайность зерна от 22,8 до 25,1 ц/га. Также установлено, что 6-польные зернопаровые севообороты с 84 %-м насыщением зерновыми и зернофуражными культурами увеличивают выход зерна с 1 га севооборотной площади и превосходят по этому показателю короткий ротационный 4-польный пшенично-паровой севооборот. В результате увеличение насыщения 6-польного зернопарового севооборота зернофуражными культурами повышает, выход зерна с 1 га севооборотной площади на 3 центнера.

Выводы. В условиях северного Казахстана оптимальным является насыщение полевых севооборотов зерновыми и зернофуражными культурами до 84 %. В хозяйствах насыщение следует проводить в комплексе с системами обработки, удобрениями, борьбы с вредителями и болезнями полевых культур, защитой почвы от эрозии и внедрением новых высокопродуктивных сортов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *https://baribar.kz/student/23072/etapy-razvitiya-zernovogo-proizvodstva-v-kazakhstane*.

УДК 631.8

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА НАКОПЛЕНИЕ НАДЗЕМНОЙ СУХОЙ БИОМАССЫ ЯЧМЕНЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФАЗ РАЗВИТИЯ

Исламзаде Рахила Ханкерем, *Научно-исследовательский институт земледелия,* ***Азербайджан,*** *1098, пос. Пиршаги, Совхоз 2, rehile.islamzade@gmail.com*

В статье подробно описаны основные агрохимические показатели опытных участков на светло-каштановых почвах Горного Ширвана. Подробно изложена причина различий в количестве надземной сухой биомассы сорта ячменя Джалилабад–19, которая зависела от количества осадков по годам исследований, что является одним из основных лимитных факторов для богарных регионов. В статье дана динамика накопления надземной сухой биомассы в зависимости от фаз развития сорта ячменя Джалилабад-19, лоз минеральных удобрений и их соотношений, а также норм высева.

Ключевые слова: почва, удобрение, растение, ячмень.

INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZERS NORMS TO ACCUMULATION OF ABOVE GROUND BIOMASS OF BARLEY DEPENDENCE ON GROWTH STAGES

Islamzadeh R. X.

In the article given the main agrochemical indicators of practice in the light-chestnut soils of the Mountainous Shirvan. Detailed reason of difference in above ground dry biomass of “Jalilabad– 19” barley variety dependence on precipitation for rainfed regions as the main limiting factors during the research years clarified. The accumulation of above graund biomass dependenceon fertilizer norms and development stages of barley are shown.

Key words: soil, fertilizer, plant, barley.

Наряду с плодородными почвами ячмень также выращивается и на низкокачественных почвах и в неблагоприятных условиях. Несмотря на то, что ячмень является глобально важным растением, в последние годы наблюдается застой в его производстве. Во многих странах производство стимулировалось сильными инвестициями, а не увеличением продуктивности. Также одной из причин снижения продуктивности ячменя является изменение климата [6].

Некоторые исследования показали возможность увеличения урожайности сельскохозяйственных культур в 1,5–2 раза в условиях высокого агротехнического фона с использованием органических и минеральных удобрений [4]. Внесение органических и минеральных удобрений показало, что в течение вегетационного периода в пахотном слое по сравнению с вариантом без удобрений содержание минерального азота увеличилось на 2,4–4,1 мг/кг [2].

Если удобрения не применяются, то находящийся в почве фосфор и калий играют ключевую роль в поддержании растений. Обеспечение сельскохозяйственных растений фосфором и калием является необходимым условием для повышения продуктивности [1].

Каждый элемент технологии зависит от ряда показателей: норма высева – это количество проростков и растений, которые выживают до сбора урожая; урожайность – продуктивное кущение, количество колосков и зерен в колосе, масса 1000 зерен и т. д. [5].

Объект и цель исследования. Материалом для исследований служил интенсивный сорт ячменя Джалилабад–19, на необеспеченных влагой светло-каштановых почвах Гобустанской зональной опытной станции Научно-Исследовательского Института Земледелия.

Основная задача – определить влияние нормы высева и удобрений на накопление надземной биомассы, усвоение азота биомассой в зависимости от фаз развития и урожайность изучаемого сорта ячменя, а также дать рекомендации фермерским хозяйствам с указанием эффективных норм высева и удобрений.

Методы исследования. Опыт проводился в четырёхкратной повторности на участке 44–50 м^2 при 3 нормах высева: 120, 140 и 160 кг/га; при 4 нормах питания: контроль (без удобрений), $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{45}P_{45}K_{45}$, $N_{60}P_{45}K_{45}$.

Годовая норма фосфорно–калийных удобрений и 30 % годовой нормы азотного удобрения были внесены перед посевом и обработана дисковой бороной, остальные 70 % азотных удобрений были внесены в подкормку ранней весной.

Каждый год до посева для определения агрохимических показателей почвы, не обработанных минеральными удобрениями, берутся пробы почвы в соответствии с методикой [3]. В почвенных образцах определяли: pH в водном растворе; карбонат кальция ($CaCO_3$) по методу Шейблера; общий гумус – по методу И. В. Тюрина; общий азот (N) – методом Кьельдаля; легкогидролизуемый азот по методу Тюрина и Кононова; подвижный фосфор (P_2O_5) – растворимый в 1 % карбонате аммония – методом Мачигина; обменный калий (K_2O) – растворимый в 1% карбонат аммония [$(NH_4)_2CO_3$] – пламенным фотометром (7).

Результаты исследования показали, что пахотный слой опытного участка (0–25 см) имеет слабые [pH 8,28–8,31], а нижние слои высокие щелочные свойства [pH 8,46–8,58 и 8,60– 8,68], карбонатная, глубина 0–25 см и 25–50 см – средне карбонатная, а глубина 50–70 см – высоко карбонатная, так как карбонат кальция на глубине 50–70 см колеблется в пределах от 15,50 до 17,30 %.

Процентное содержание общего гумуса в почве и толщина гумусового слоя при оценке качества наряду с другими факторами является основными. Так, в зависимости от годов исследования количество гумуса и общего азота в почве (0–25 см) в среднем варьирует от 2,20 до 2,29 % и от 0,156 до 0,179 соответственно, а в нижних слоях уменьшается закономерно. Эти показатели считаются усреднено качественными для светло-каштановой почвы.

Как известно, эффективность удобрений зависит от наличия основных питательных веществ и их распада в течение вегетационного периода, определяется продуктивностью, качеством урожая, а также коэффициентом использования удобрений и запасом легкоусвояемых форм основных питательных веществ в почве (азот, фосфор, калий). В зависимости от годов исследования, в пахотном слое (0–25 см) в 1 кг почвы легко гидролизуемый азот варьировался в пределах 52–74, подвижный фосфор 30,5–33,3 и обменный калий 274–297 мг.

В богарных регионах продуктивность растений зависит от количества осадков. Урожайность на Гобустанской зональной опытной станции сильно зависела от количества осадков, выпавших в исследовательские годы в фазы интенсивного развития растений, то есть в третьей декаде марта месяца и в апреле–мае (рисунок 1).

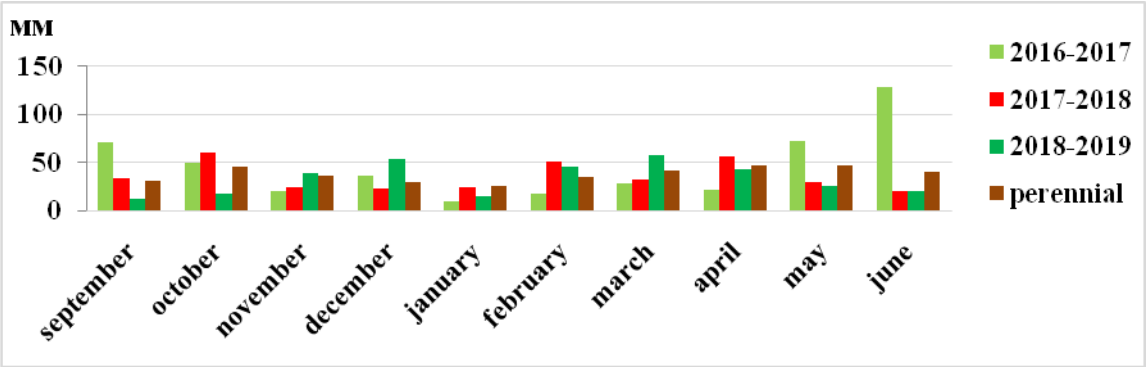


Рисунок 1 – Количество осадков в вегетационные 2016–2019 гг.

Известно, что динамика накопления надземной биомассы зерновых культур в течение вегетационного периода в зависимости от фаз развития растения зависит от обеспечения необходимыми питательными веществами. Легко усваиваемые формы основных питательных веществ в почве обеспечиваются за счет внесенных органических и

минеральных удобрений, а поглощение азота, фосфора и калия из почвы и удобрений зависит от содержания влаги в почве.

Урожай надземной биомассы сорта ячменя Джалилабад-19 на светло-каштановой почве Гобустанской зональной опытной станции варьировался в зависимости от норм и соотношений удобрений. Во время весеннего кущения при норме высева 140 кг/га по сравнению с вариантом без удобрений продуктивность варьировала в пределах 2,53–3,76 ц/га, или 20,60–30,62 %, в среднем за 3 года.

Если при норме удобрений $N_{30}P_{30}K_{30}$ по сравнению с вариантом без удобрений в весеннем кущении повышение составило 20,60–30,62 %, то при увеличении нормы азотных, фосфорных и калийных удобрений на 15 кг/га (д. в.) прирост был незначительным (4,89–10,25 %), так как количество питательных веществ в почве при весеннем кущении находилось на уровне нормального обеспечения растений.

В фазе трубкования при одинаковой норме высева в зависимости от нормы и соотношений минеральных удобрений сухая надземная биомасса (при норме 140 кг/га) была в 2,49–2,70 раза больше по сравнению с весенним кущением.

В фазе молочного созревания сухая надземная биомасса составила 75–80 % от полной фазы созревания. Поэтому определяли объем сухой наземной биомассы в фазе молочного созревания, а также зависимость процентного содержания азота в биомассе от норм и соотношений минеральных удобрений.

Если на светлых серо-коричневых (светло-каштановых) почвах Гобустанской зональной опытной станции в фазе молочного созревания, при норме высева 140 кг/га в варианте без удобрений урожай сухой надземной биомассы в среднем составил 72,80 ц/га, то в зависимости от норм и соотношений удобрений увеличение составило 14,07–37,97 ц/га, или 13,33–45,29 %.

При внесении $N_{30}P_{30}K_{30}$ надземная биомасса увеличилась на 14,07 ц/га или 19,33 %, по сравнению с контролным вариантом. При увеличении содержания азота, фосфора и калия на 15 кг/га (д. в.) в сравнении с контрольным вариантом повышение составило 28,97 ц/га, или 39,79 %, а повышение по сравнению с нормой удобрений $N_{30}P_{30}K_{30}$ составило 14,90 ц/га или 17,15 %.

При увеличении только азота на 15 кг/га ($N_{60}P_{45}K_{45}$) повышение сухой биомассы составило 32,97 ц/га, или 45,29 %, по сравнению с контрольным вариантом при нормах удобрений $N_{30}P_{30}K_{30}$ и $N_{45}P_{45}K_{45}$ соответственно составило 18,90 ц /га, или 21,76 %, и 4,00 ц/га, или 3,93 %. Исследование показывает, что при стабильном поддержании фосфора–калиевой нормы и увеличении нормы азота на 15 кг/га при норме высева 140 и 160 кг/га разница находилась в пределах ошибки опыта.

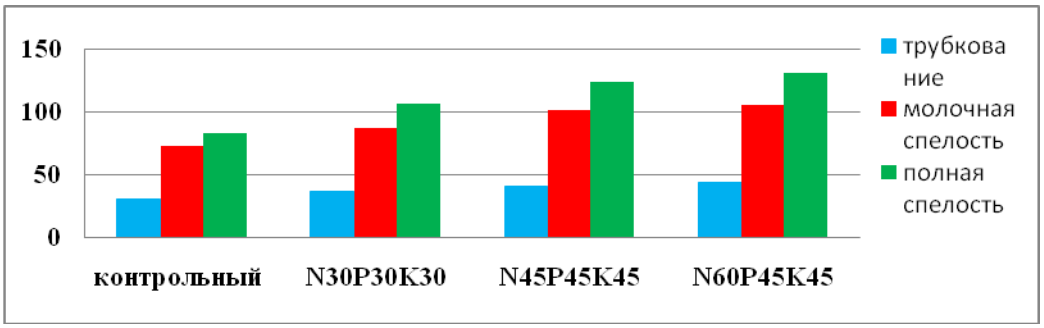


Рисунок 2 –Динамика накопления надземной биомассы в зависимости от фаз развития и норм и соотношений удобрений (при норме высева 140 кг/га).

Полученная разница, в зависимости от норм и соотношений удобрений, закономерно увеличилась. Таким образом, при норме удобрений $N_{45}P_{45}K_{45}$ сухая надземная биомасса увеличилась на 8,00 ц/га, или на 10,16 %, по сравнению с нормой удобрений $N_{30}P_{30}K_{30}$. Если

стабильно поддерживать фосфор-калиевую норму и увеличить норму азота на 15 кг/га, то повышение по сравнению с нормами удобрений $N_{30}P_{30}K_{30}$; $N_{45}P_{45}K_{45}$ составит 12,85 ц/га, или 16,31 % и 4,85 ц/га, или 5,59%, соответственно. В фазе полного созревания растения в зависимости от норм и соотношений удобрений объем сухой наземной биомассы увеличился на 15–25 % по сравнению с фазой молочного созревания. Увеличение при норме удобрений $N_{30}P_{30}K_{30}$ и норме высева 140 кг/га по сравнению с фазой молочного созревания составило 20,48 ц/га, а при норме удобрений $N_{60}P_{45}K_{45}$ – 26,23 ц/га.

В фазе полного созревания, при норме высева 140 кг/га, в зависимости от нормы и соотношения азота, фосфора и калия сухая надземная биомасса составила 24,14–48,79 ц/га, или 29,01–58,63 % по сравнению с вариантом без удобрений.

Заключение. Результаты исследования показали, что накопление надземной биомассы у сорта ячменя Джалилабад-19 зависит от фаз развития растения, норм и соотношений удобрений, а также от погоды исследовательских годов. Лучший результат получен при норме высева 140 кг/га и удобрений $N_{45}P_{45}K_{45}$ и $N_{60}P_{45}K_{45}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кабзаренко В. И. Использование растениями подвижных соединений калия различных горизонтов почв / В. И. Кабзаренко, И. Н. Батура, К. Ю. Белдяева // Доклады ТСХА. – Вып. 283. – Ч. 1. – М., 2011. – С. 446–449.
2. Оценка севооборотов в полевых и лизиметрический исследованиях / Л. П. Огородников, П. А. Постников // Плодородие. – 2015. – № 5. – С. 39–41.
3. Доспехов Б. А. Методика полего опыта / Б. А. Доспехов. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
4. Bajzhanov Zh, Kokhmetova A., Bagdanova E. Drought resistance and yield stability in wheat genotipes grown in contrasting environments // The 1st Central Asian wheat conference. – Almaty, 2003. – P. 546.
5. Newton A. C.Crops that feed the world 4. Barley: a resilient crop? Strengths and weaknesses in the context of food security / A. C. Newton, A. J. Flavell, T. S. George [et al.] // Food Secur. – 2011; 3: 141–178.
6. Parkov V. Adaptation of bread spring wheat from east Kazakhstan Research Institute of Agriculture : The 1st Central Asian wheat conference. – Almaty 2003. – P. 478.
7. Гаджимамедов И. М. Способы агрофизического анализа почвы, растения и удобрений / И. М. Гаджимамедов, Дж. М. Талаи, Э. М. Косаев. – Баку : Изд-во «Муаллим», 2016. – 131 с.

УДК 631.8

ВЛИЯНИЕ СОЧЕТАНИЙ ОРГАНИЧЕСКИХ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ НА НЕОБЕСПЕЧЕННОЙ БОГАРЕ ГОРНОГО ШИРВАНА

Велиева Самира Расим кызы, *Азербайджанский Научно-Исследовательский Институт Земледелия МСХ,* ***Азербайджан,*** *1098, Баку, Совхоз 2, veli.samire@gmail.com*

В статье дана агрохимическая характеристика богарных светло-каштановых почв опытных участков. Определены урожайность, содержание сырой клейковины и белка в зерне озимой пшеницы. Высокая экономические эффективность обнаружена в вариантах $N_{90}P_{60}K_{60}$

Ключевые слова: удобрения органические, удобрения минеральные, азот, белок, клейковина

THE EFFECT OF COMBINATIONS OF ORGANIC AND MINERAL FERTILIZERS ON YIELD AND GRAIN QUALITY OF WHEAT IN UNSECURED RAINFED LAND OF MOUNTAINOUS SHIRVAN

Veliyeva S. R.

The article presents an agrochemical characteristic of rich light chestnut soils of experimental plots. The yield, raw gluten content and protein collection per hectare of winter wheat are shown. High economic efficiency is available in $N_{90}P_{60}K_{60}$ variants

Keywords: organic fertilizer, mineral fertilizer, nitrogen, protein, gluten.

Введение. Оснавная цель сельского хозяйства заключается в получении продукции при высокой урожайности и высоком качестве на существующих полях для удовлетворения растущего спроса населения мира. Одним из основных условий для этого являются своевременные и надлежащие агротехнические мероприятия, которые повысят плодородие почвы. Урожайность зависит от состава, от почвенно-климатический условий, а также от основных запасов питательных веществ в почве. Поскольку общий запас питательных веществ в почве распределен неравномерно, реакция на удобрения и их влияние на урожайность также различны [4]. Основным средством, обеспечивающим высокую урожайность зерновых культур, является применение удобрений. Длительные опыты с удобрениями дают возможность глубоко изучить закономерности их действия на урожай и его качество [3]. Минеральные удобрения оказывают значительное воздействие на почву, в частности, внесение NPK повышает уровень содержания основных элементов питания, обеспечивает повышение урожайности сельскохозяйственных культур [2].

Методика. Полевые опыты проводили на светло-каштановых почвах Горного Ширвана в 2011–2014 гг. Учетная площадь делянок 60 м^2, повторность четырехкратная [1]. Схема опыта: 1) без удобрений; 2) N_{60}; 3) $N_{60}P_{60}K_{60}$; 4) ЕСО (биогумус) 1 т/га; 5) ЕСО (биогумус) 1 т/га + N_{30}; 6) $N_{90}P_{60}K_{60}$; 7) ЕСО (биогумус) 1 т/га + $N_{30}P_{60}K_{60}$; 8) $N_{120}P_{60}K_{60}$. На практике использована соль аммония (NH_4NO_3 33–34 %), простой суперфосфат ($CaHPO_4$) х H_2O 19 %), сульфат калия (K_2SO_4 46 %) и биогумус. Норма высева составляет 5 млн/.га 30 % годовой нормы азота и все остальные удобрения вносили при предпосевной обработке почвы, 70 % азота ранней весной в подкормку. Каждый год перед посевом брали образцы почвы в 0–25; 25–50; 50–75 см и определяли pH H_2O, количество кальция карбоната, общего гумуса–по Тюрину, общего азота–по Кельдалю, общего фосфора–по Гинзбургу, Щегловой и Вульфису; подвижного фосфора (P_2O_5) и обменного калия (K_2O) по Мачигину.

Светло-каштановых почвы Горного Ширвана по механическому составу относятся к среднесуглинистым. Как показали исследования в светло каштановых почвах опытного участка, общий гумус в 0–25 см содержится в пределах 2,21–2,28 %, общий азот 0,156–0,175 %, общий фосфор 0,14 %, легкогидролизуемый азот 45–56 мг/кг, подвижный фосфор (P_2O_5) 21,5–30,6 мг/кг, обменный калий 235–265 мг/кг почвы. В подпахотных слоях содержание питательных элементов уменьшается (таблица 1). По принятой в Республике градации почва опытного участка обеспечена фосфором (P_2O_5) слабо и средне, а калием (K_2O) слабо.

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика богарных светло-каштановых почв опытных участков (2011–2013 гг.)

Глубина, см	pH, водной суспензии	$CaCO_3$	Гумус общий, %	Азот		Фосфор		Калий (K_2O) обменный, мг/кг
				Общий, %	Легкогидролизуемый, мг/кг	Общий, %	Подвижный (P_2O_5) по Мачигину, мг/кг	
0–25	8,4–8,6	6,7–7,5	2,21–2,28	0,156–0,172	45–56	0,14	21,5–30,6	235–265
25–50	8,6–8,7	7,9–8,3	1,37–1,45	0,091–0,095	28–34	0,11–0,12	10,6–12,6	155–178
50–75	8,7–8,8	15,6–16,4	0,69–0,75	0,041–0,050	14–16	0,08–0,09	4,8–5,8	124–125

Результаты. Проведенные исследование показали, что за 3 года урожайность пшеницы в варианте без удобрений составила 27,92–36,15 ц/га в зависимости от года исследования

(в среднем 31,54 ц/га). При внесении только азотного удобрения урожайность пшеницы составила 33,45–40,85 ц/га в зависимости от года исследования. Лучший результат получен при внесении $N_{90}P_{60}K_{60}$. При внесении $N_{90}P_{60}K_{60}$ урожайность зерна в среднем за 3 года была 53,08 ц/га, это на 21,54 ц/га, или на 68,29 %, больше по сравнению с контрольным вариантом.

Как показали трехлетние исследования, урожай озимой пшеницы зависит от дозы и соотношения органических и минеральных удобрений и от года исследования. При внесении удобрений прибавка зерна составила 6,23–21,54 ц/га, или 19,76–68,29 %,по сравнению с контрольным вариантом. В контрольном варианте средний урожай составил 31,54 ц/га (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние удобрений на урожай озимой пшеницы сорта Гобустан

Схема опыта	2012	2013	2014	Среднее за 3 года	Прибавка	
					ц/га	%
Без удобрений	30,55	36,15	27,92	31,54	–	–
N_{60}	39,21	40,85	33,45	37,84	6,30	19,96
$N_{60}P_{60}K_{60}$	46,50	50,10	43,77	46,79	15,25	48,35
ЕСО (биогумус) 1 т/га	37,25	41,50	34,57	37,77	6,23	19,76
ЕСО (биогумус) 1 т/га+ N_{30}	40,20	43,80	38,38	40,79	9,25	29,33
$N_{90}P_{60}K_{60}$	51,75	56,45	51,04	53,08	21,54	68,29
ЕСО (биогумус) 1 т/га+ $N_{30}P_{60}K_{60}$	45,00	53,25	44,22	47,49	15,95	50,57
$N_{120}P_{60}K_{60}$	52,50	54,90	49,35	52,25	20,71	65,66
$НСР_{05}$ $НСР_{05}$	1,6 ц/га 3,63 %	1,7ц/га 3,57 %	1,8ц/га 4,32 %			

В ходе исследований было установлено, что применение минеральных и органических удобрений оказывает положительное влияние не только на урожайность озимой пшеницы, но и на качество зерна (таблица 3).

Установлено, что при внесении минеральных и органических удобрений содержание сырой клейковины увеличилось в сравнении с контрольным вариантом. Но самые лучшие качественные показатели были в вариантах $N_{90}P_{60}K_{60}$ и $N_{120}P_{60}K_{60}$ (31,69 и 31,03 %).

Таблица 3 – Содержание сырой клейковины в зерне пшеницы, %

Схема опыта	2012	2013	2014	Среднее за 3 года
Без удобрений	23,16	24,06	22,16	23,13
N_{60}	26,15	27,17	25,42	25,91
$N_{60}P_{60}K_{60}$	29,30	31,63	28,73	29,89
ЕСО (биогумус) 1 т/га	27,17	28,05	26,16	27,13
ЕСО (биогумус) 1 т/га+ N_{30}	28,25	28,54	27,14	27,98
$N_{90}P_{60}K_{60}$	30,46	32,55	30,07	31,03
ЕСО (биогумус) 1 т/га+ $N_{30}P_{60}K_{60}$	28,61	29,79	28,15	28,85
$N_{120}P_{60}K_{60}$	31,16	32,75	31,17	31,69

Таблица 4 – Количество белка (кг/га)

Схема опыта	2012	2013	2014	Среднее за 3 года
Без удобрений	384,93	447,17	361,01	398,35
N_{60}	509,73	523,70	440,54	491,32
$N_{60}P_{60}K_{60}$	612,40	659,82	583,89	618,70
ЕСО (биогумус) 1 т/га	473,45	532,03	445,26	483,58
ЕСО (биогумус) 1 т/га+ N_{30}	515,36	579,04	504,46	532,95
$N_{90}P_{60}K_{60}$	699,14	778,44	715,58	731,05
ЕСО (биогумус) 1 т/га+ $N_{30}P_{60}K_{60}$	567,00	722,60	607,58	632,39
$N_{120}P_{60}K_{60}$	662,55	779,03	706,20	702,59

Выводы. Для повышения урожая и качества зерна озимой пшеницы одним из основных факторов является правильная доза и соотношение органических и минеральных удобрений. В результате проведенных нами исследований установлено, что урожайность зерна озимой пшеницы зависит от дозы и соотношения органических и минеральных удобрений и от года исследований. При внесении N_{90} и N_{120} на фоне $P_{60}K_{60}$ количество белка 731,05–702,59 кг/га. Это на 332,70–304,24 кг/га больше по сравнению с контрольным вариантом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.

2. Абашаев В. Д. Влияние возрастающих доз и соотношений минеральных удобрений на урожайность и качество зерна озимой ржи / В. Д. Абашаев, Е. В. Светлакова, Ф. А. Попов, Е. Н. Носкова, А. В. Денисова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2014. – № 4(41).– С. 26–30.

3. Абашаев В. Д. Влияние минеральных удобрений на урожайность зерна яровой пшеницы / В. Д. Абашаев, Ф. А. Попов, Е. Н. Носкова, С. Н. Жук // Пермский аграрный вестник. – 2017. – № 1(17). – С. 7–11.

4. Türkiye gübre ve gübreleme rehberi. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Toprak ve Gübre Araştırma Enstüsü Müdürlüğü, 2006, 65.

СЕКЦИЯ 3. ЛЕСНЫЕ ПОЛОСЫ И ИХ ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СПЕЦИФИКА

УДК 630*228.7:630*231

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДРОСТА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ ДЛЯ ЕСТЕСТВЕННОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ НАСАЖДЕНИЙ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО В ГОСУДАРСТВЕННОЙ ЗАЩИТНОЙ ЛЕСНОЙ ПОЛОСЕ «ВОРОНЕЖ – РОСТОВ-на-ДОНУ» НА ЮЖНЫХ ЧЕРНОЗЕМАХ

Турчина Татьяна Анатольевна, *доктор сельскохозяйственных наук, филиал ФБУ ВНИИЛМ «Южно-европейская научно-исследовательская лесная опытная станция»,* ***Россия,*** *станица Вешенская Ростовской области,* tatturchina@mail.ru

На южных черноземах (Ростовская область) насаждения с преобладанием в составе дуба черешчатого занимают 73,0 % от общей площади государственной защитной лесной полосы «Воронеж – Ростов-на-Дону». В составе подроста предварительного возобновления преобладает сопутствующая порода (50–100 % от общего количества). Полнота древесного полога на густоту подроста дуба не влияет (R = –0,33). Фактическое количество подроста дуба под пологом (0,2–0,4 тыс. шт./га) указывает на то, что основным планируемым способом восстановления насаждений должен являться искусственный.

Ключевые слова: дуб черешчатый, государственная защитная лесная полоса, чернозем южный, древостой, подрост, оценка возобновления, естественное лесовосстановление.

PERSPECTIVES OF USE OF PRELIMINARY RENEWALL UNDERWOOD FOR NATURAL REGENERATION OF PEDUNCULATE OAK PLANTINGS IN THE STATE PROTECTIVE FOREST STRIP "VORONEZH–ROSTOV-ON-DON" ON THE SOUTHERN CHERNOZEMS

Turchina T. A.

On the southern chernozems (Rostov region) the planting with dominance of pedunculate oak in composition occupy 73,0 % of the state protective forest strip "Voronezh – Rostov-on-Don" total area. In composition of preliminary resuming underwood associate spesies (50–100 % of total quantity) prevails. The crown-cover stand density does not influence on oak underwood density (R = – 0,33). The actual number of oak underwood under stand canopy (0,2–0,4 thousand pieces/hectare) indicates that the main planned way stand regeneration has to be artificial.

Keywords: pedunculate oak, state protective forest strip, southern chernozem, stand, underwood, regeneration assessment, natural regeneration

Государственная защитная лесная полоса (ГЗЛП) «Воронеж – Ростов-на-Дону» является одной из четырех приречных лесных полос, созданных в рамках реализации мероприятий, намеченных Постановлением ЦК ВКП(б) и Совета Министров СССР от 20 октября 1948 г. «О плане полезащитных лесонасаждений, внедрения травопольных севооборотов, строительства прудов и водоёмов для обеспечения высоких и устойчивых урожаев в степных и лесостепных районах европейской части СССР» [7].

В зоне распространения южных черноземов (преимущественно территория Ростовской области) главной лесообразующей породой ГЗЛП являлся дуб черешчатый (*Quercus robur* L.). Насаждения создавались преимущественно по комбинированному типу смешения. Главная, сопутствующие породы (ясень зеленый, яблоня, груша и др.) и кустарники (акация желтая, свидина, клен татарский и др.) высаживались чистыми рядами с шириной междурядий 1,5 м [3]. Таким образом, лента госполосы шириной 60 м состояла из 40 рядов древесных растений.

Основные работы по созданию ГЗЛП были завершены к началу 70-х гг. прошлого столетия. В настоящее время большая часть насаждений достигла возраста 65–70 лет. Дуб черешчатый по-прежнему остается главной лесообразующей породой, насаждения с преобладанием его в составе занимают около 73,0 % от общей площади полосы [6].

Выбор дуба в качестве главной породы обусловлен его долговечностью, толерантностью к экологическим условиям, возможностью формирования высокопродуктивных насаж-

дений [4]. Однако по мере накопления научного материала об особенностях роста дуба вне границ естественного ареала вопрос долговечности насаждений становится предметом дискуссий. В соответствии с требованиями нормативных документов, возраст спелости дубрав установлен, в зависимости от региональной расположенности, в 101–140 лет [9]. По опубликованным научным данным, по мере смены преобладающих зональных почв от черноземов обыкновенных к каштановым возраст естественной спелости изменяется от 80–90 до 30–45 лет [4]. Таким образом, ориентируясь на средний возраст существующих дубрав (60–70 лет), констатируем наличие «разночтений» при определении их возрастной группы. По нормативным данным, в соответствии с которыми ведется учет земель лесного фонда, это средневозрастные насаждения [6, 9], по научным данным – насаждения дуба черешчатого находятся на «границе» естественной спелости [4]. Но, независимо от результатов дискуссии, уже сейчас необходимо решить главный вопрос для определения дальнейшей стратегии ведения хозяйства в дубравах ГЗЛП – это выбор способа лесовосстановления.

Одной из целей создания насаждений ГЗЛП являлось улучшение климатических условий местности. Применительно к искусственно созданным лесным экосистемам это означает формирование лесной среды, которая бы способствовала натурализации этих насаждений (то есть восстановлению главной породы естественным способом – преимущественно из семенного подроста предварительного возобновления).

Имеющиеся в настоящее время результаты научных исследований показывают, что даже в пределах одной почвенной зоны в состоянии насаждений имеются существенные различия [2], видовой состав, количественные и качественные характеристики подроста также неоднородны [1, 5].

Цель проведенного исследования – оценить перспективность использования подроста предварительного возобновления для естественного восстановления насаждений дуба черешчатого в ГЗЛП на южных черноземах.

Решаемые задачи:

– выявить видовой состав подроста предварительного возобновления и дать его количественную характеристику;

– установить влияние параметров древесного яруса на густоту подроста;

– обосновать возможность естественного лесовосстановления дубрав гослесополосы.

Объектом исследования явились насаждения дуба черешчатого в трассе государственной защитной лесной полосы «Воронеж–Ростов-на-Дону» на территории Шолоховского лесничества Ростовской области. На заложенных пробных площадях (10 шт.) определены основные таксационные характеристики древостоя. Для решения задач исследования в пределах каждой пробной площади заложены поперечные трансекты шириной 2,0 м в количестве по 3 шт., на которых сплошным перечетом учтен подрост древесных пород. При этом исходили из положения, что подрост – это древесные виды в возрасте старше 2–5 лет, способные в будущем сформировать древостой.

Для решения основного программно-целевого вопроса руководствовались нормативными требованиями, изложенными в Правилах лесовосстановления [8]. Учитывали, что в лесном районе степей европейской части Российской Федерации в очень сухих и сухих дубравах и судубравах (преобладающие типы лесорастительных условий на южных черноземах) естественное лесовосстановление возможно проектировать при густоте подроста более 3,0 тыс. шт./га, комбинированное лесовосстановление – при густоте подроста 2,0–3,0 тыс. шт./га, искусственное лесовосстановление – при густоте подроста менее 2,0 тыс. шт./га

В процессе роста насаждений ГЗЛП в них предписывалось проводить рубки ухода с целью выведения дуба в первый ярус [3]. Применяемые при этом нормативы и режим, а также методы и способы в настоящее время, к сожалению, установить невозможно в связи с утерей большей части отчетных данных лесничества. Известно лишь, что «последние» рубки ухода датируются началом 90-х гг. прошлого века. Следовательно, около 25 лет насаждения гослесополосы существуют в режиме естественного выращивания, что не могло не сказаться на их структуре (таблица).

Таблица – Характеристика насаждений дуба черешчатого в ГЗЛП «Воронеж–Ростов-на-Дону», Ростовская область, Шолоховское лесничество, Базковское участковое лесничество

№№ ПП	Характеристика древесного яруса (на 1 га)*							Характеристика подроста (на 1 га)	
	Состав	А, лет	N, шт.	Hср., м	Dср., см	G, м^2	M, м^3	Древесная порода	Количество, тыс. шт.
1	10Д 10Яз	68 28	775 4275	14,8 6,5	19,7 3,7	23,7 4,8	170,0 15,0	Яз	3,9
2	6Д4Яз 10Клт	68	1550 2050	13,4 4,2	15,6 4,5	22,3 3,3	140,1 6,2	Д Яз	0,3 0,3
3	10Д+Яз 10Яз	64 32	900 1225	13,8 6,9	17,1 7,2	20,6 5,1	142,0 16,9	Яз	2,8
4	9Д1Яз	67	1000	13,2	15,2	16,3	104,0	Д Яз	0,3 0,7
5	9Д1Яз 10Яз	69	700 925	14,0 4,5	17,6 4,1	15,9 1,4	109,4 3,0	Яз	1,5
6	8Д2Яз 10Яз	68 30	875 2215	14,5 6,7	19,3 4,0	23,2 2,8	164,0 13,0	Д Яз	0,3 1,6
7	10Д 8Яз2Клт	65 37	1050 3200	12,5 4,2	13,4 3,5	14,9 3,3	93,1 6,9	Д Яз	0,2 3,8
8	6Д4Яз 10Клт	67	750 700	10,2 7,5	13,9 7,3	9,7 3,0	51,6 10,1	Д Яз	0,4 0,3
9	7Д3Яз 8Клт2Яз	67	1200 1650	13,7 6,8	14,2 7,2	18,1 5,5	121,7 15,2	Яз	0,7
10	5Д5Яз 8Яз2Клт	68 30	820 2880	14,2 4,1	18,9 3,6	21,7 2,9	152,3 8,3	Д Яз	0,4 1,2

Примечание. * – в числителе – I ярус, в знаменателе – II ярус. А – возраст; N – густота; Hср – средняя высота; Dср – средний диаметр; G – полнота абсолютная (сумма площадей поперечного сечения); M – запас растущей части древостоя.

К настоящему времени сформированы преимущественно смешанные насаждения дуба черешчатого III–IV классов бонитета. Доля дуба в составе варьируется от 50 до 100 % и связано это, очевидно, как с исходным составом культур, так и режимом хозяйственной деятельности в последующем. Сложная структура отдельных насаждений (наличие двух ярусов) также обусловлена проведением рубок ухода. Отсутствие рубок в течение длительного времени способствовало разрастанию кустарников, в результате чего отдельные виды (клен татарский) формируют второй ярус (таблица).

Количество подроста семенного происхождения под пологом чистых и смешанных насаждений составляет от 0,7 до 4,0 тыс. шт./га (таблица). В составе подроста закономерно присутствуют виды, высаживаемые при создании ГЗЛП: дуб черешчатый и ясень ланцетный, или зеленый (*Fraxinus lanceolata* Borkh.). Присутствие этих двух видов растений в подросте и соотношение их густоты неодинаковое. На всех обследованных пробных площадях преобладает подрост ясеня зеленого (рисунок 1). Доля его в составе составляет от 50 до 100 % от общего количества. Это закономерно: ясень относительно теневыносливый, формирует устойчивый второй ярус, легкие и многочисленные семена с успехом осваивают новые территории.

Имеющийся подрост дуба представлен незначительным количеством семенных особей (0,2–0,4 тыс. шт./га). Слабое естественное возобновление дуба исследователи чаще связывают с недостаточной освещенностью под пологом, особенно в двухъярусных насаждениях и в насаждениях с густым подлеском. Проводившиеся измерения освещенности показывают, что под полог проникает лишь около 4 % солнечного света. Такая освещенность для развития самосева дуба считается недостаточной, но ее хватает для успешного развития подлесочной растительности [2, 5].

Сформировавшиеся к настоящему времени насаждения имеют абсолютную полноту от 12,7 до 28,5 м^2/га. Густое насаждение является фактором ограничения доступа света и, соответственно, может являться одной из причин отсутствия подроста дуба. Но установленные корреляционно-регрессионные связи эту гипотезу отвергают (рисунок 2).

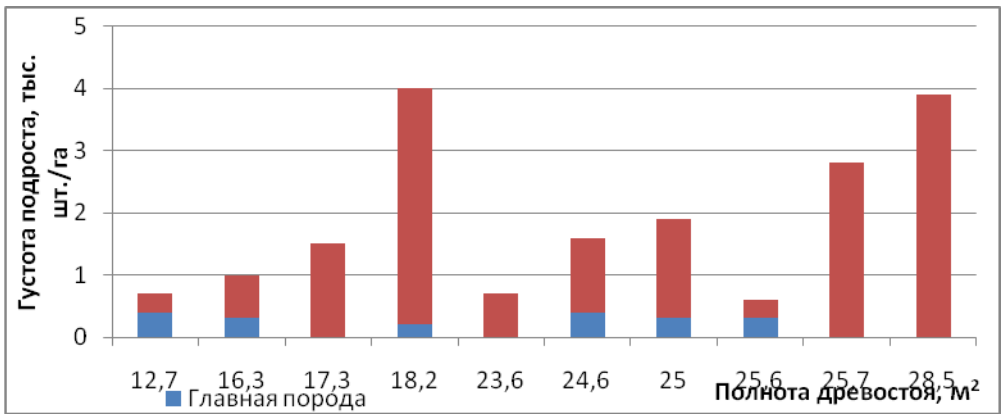


Рисунок 1 – Соотношение густоты главной и сопутствующей древесной породы в структуре подроста предварительного возобновления в насаждениях дуба черешчатого

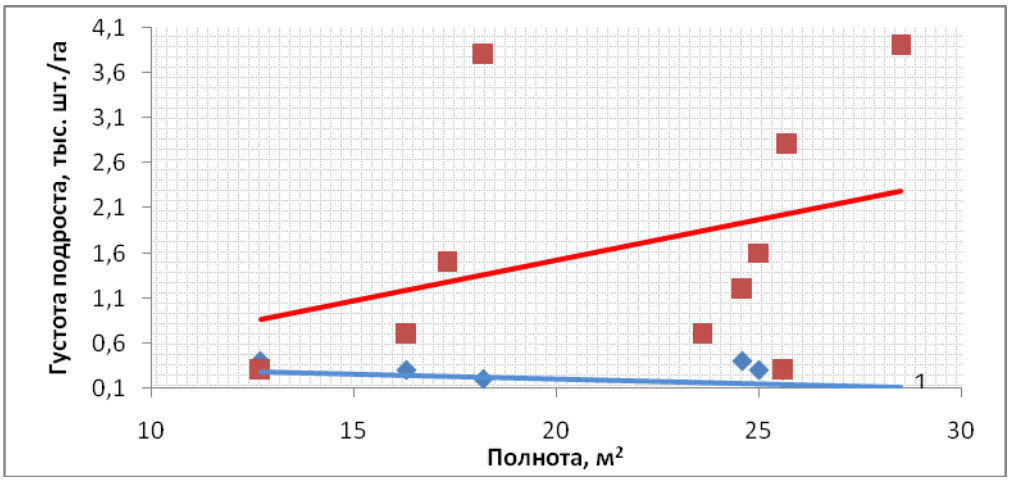


Рисунок 2 – Влияние полноты древесного яруса на густоту подроста дуба (1) и сопутствующих пород (2) в насаждениях дуба черешчатого ГЗЛП

В насаждениях выявлена тенденция уменьшения густоты подроста дуба при увеличении полноты древостоя, но связь между этими показателями слабая (R = –0,33). Ожидалось, что для ясеня зеленого, как теневыносливой породы, закономерность будет иная и увеличение полноты древостоя приведет к увеличению густоты подроста. Гипотеза подтвердилась лишь отчасти: в исследованном диапазоне полноты выявлена тенденция увеличения густоты подроста, однако связь также оказалась слабой (R = 0,34).

Небольшое количество (а чаще полное отсутствие) подроста дуба под пологом, а также выявленные связи густоты подроста с полнотой древесного яруса являются доказательством того, что в зоне распространения черноземов не происходит полной натурализации степных рукотворных насаждений [2, 4, 5].

В целом результаты проведенного исследования согласуются с данными других авторов о неудовлетворительном предварительном семенном возобновлении дуба. Для сохранения дубрав в качестве главной древесной формации государственной защитной лесной полосы «Воронеж–Ростов-на-Дону» необходимо проектировать искусственное лесовосстановление.

ЛИТЕРАТУРА

1. Высоцкий Г. Н. Как садить лес в наших степях и как за ним ухаживать [Текст] / Г. Н. Высоцкий // Тр. по лесному опытному делу Украины. – 1930. – № 14. – С. 169–190.

2. Ерусалимский В. И. Состояние насаждений государственных защитных лесных полос в Ростовской области и мероприятия по ведению хозяйства в них [Текст] / В. И. Ерусалимский, И. Я. Чеплянский, Т. А. Турчина // Лесное хозяйство. – 2014. – № 1. – С. 29–31.

3. Земляницкий Л. Т. Государственная защитная лесная полоса Воронеж – Ростов-на-Дону [Текст] / Л. Т. Земляницкий, И. Р. Морозов. – М.–Л. : Гослесбумиздат, 1949. – 36 с.

4. Калиниченко Н. П. Дубравы России : монография [Текст] / Н. П. Калиниченко. – М. : ВНИИЦлесресурс, 2000. – 536 с.

5. Манаенков А. С. Состояние и перспективы возобновления защитных лесонасаждений на южном черноземе [Текст] / А. С. Манаенков, М. В. Костин // Лесное хозяйство. – 2009. – № 3. – С. 18–20.

6. Министерство природных ресурсов и экологии Ростовской области (Минприроды РО) : Официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://минприродыро.рф (дата обращения 02.12.2019 г.).

7. О плане полезащитных лесонасаждений, внедрения травопольных севооборотов, строительства прудов и водоёмов для обеспечения высоких и устойчивых урожаев в степных и лесостепных районах европейской части СССР [Текст] / Постановление ЦК ВКП(б) и Совета Министров СССР от 20 октября 1948 г. № 3960.

8. Приказ Минприроды России от 25.03.2019 № 188 «Об утверждении Правил лесовосстановления, состава проекта лесовосстановления, порядка разработки проекта лесовосстановления и внесения в него изменений».

9. Приказ Рослесхоза от 09.04.2015 № 105 «Об установлении возрастов рубок».

УДК 630.4:004.67

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ МЕТОДАМИ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

Антонов Сергей Анатольевич, *кандидат географических наук, ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»,* ***Россия****, Ставропольский край, г. Михайловск, santosb@mail.ru*

Современные ГИС-технологии и данные дистанционного зондирования Земли являются эффективными средствами пространственного анализа защитных лесных насаждений. Они позволяют анализировать сохранность защитных лесных насаждений и оптимальность их размещения согласно рекомендациям по агролесомелиоративному обустройству территории.

Ключевые слова: защитные лесные насаждения, ГИС-технологии, данные дистанционного зондирования Земли, дефляция, эффективность.

ESTIMATION OF PROTECTIVE FOREST PLANTATIONS EFFICIENCY BY GIS-TECHNOLOGY METHODS

Antonov S. A.

Modern GIS technology and remote sensing data is an effective method of protective forest plantations spatial analysis. This technology and data allow analyzing the safety of protective forest plantations and the optimality of their distribution in accordance with the recommendations on agroforestry arrangement of the territory.

Keywords: protective forest plantations, GIS-technology, remote sensing data, deflation, efficiency.

Важным фактором эффективного развития земледелия любого аграрного региона России является формирование устойчивых агролесоландшафтов, в качестве главного структурного элемента которых выступают защитные лесные насаждения (ЗЛН). Они имеют важное значение для улучшения водного, температурного и питательного режимов, а также защищают от водной эрозии и дефляции, снижают вредоносность засух, суховеев и пыльных бурь, что способствует увеличению урожайности сельскохозяйственных культур. По данным ВНИАЛМИ, средняя урожайность под защитой лесных полос выше, чем без них, на 14–24 % в степи и на 24–31 % в сухой степи [7].

Ставропольский край является одним из ведущих агарных регионов России и характеризуется высокой степенью распаханности территории (62 %). Почвенно-климатические условия в крае имеют четкую зональную дифференциацию, которая выражается в увеличе-

нии засушливости с запада на восток. На востоке края преобладают каштановые почвы, на западе – черноземы. Засушливые условия восточных районов Ставропольского края и, как следствие, высокая вероятность возникновения засух, суховеев и пыльных бурь определили особенности проектирования защитных лесных насаждений.

Особую роль в современных подходах к оценке эффективности ЗЛН играют данные дистанционного зондирования Земли и ГИС-технологии. Начало работ по применению аэрофотосъемки в лесном хозяйстве датируется 1932 г. и связано с деятельностью ленинградского филиала ВНИИ сельскохозяйственной и лесной авиации [9]. Большой вклад в определение таксационных показателей в камеральных условиях по данным аэрофотосъемки внесли такие исследователи, как: А. Е. Новосельский, Г. Г. Самойлович [8], А. М. Березин, Н. Г. Харин [1, 10], В. И. Сухих [9] и другие. Использование данных дистанционного зондирования Земли для наблюдения за лесными ресурсами начато в 1979 г. Основы камерального дешифрирования космических снимков для нужд агролесомелиорации были заложены Ю. Ф. Книжниковым [5], В. И. Кравцовым [6], Б. В. Виноградовым [2] и другими исследователями.

Современные возможности съемочной аппаратуры искусственных спутников Земли (World View, GeoEye, Quick Bird, Spot) позволяют получать мультиспектральную съемку территории с высоким пространственным разрешением. Использование данных дистанционного зондирования Земли приводит к формированию огромных массивов пространственно-координированных данных, для обработки которых необходимо использовать специализированные географические информационные системы (ГИС). В нашей стране ГИС начали активно развиваться только в 90-х годах прошлого века и доказали высокую эффективность при исследовании природных и социально-экономических систем. Важным толчком для развития ГИС послужило ускоренное техническое совершенствование компьютеров, что привело к экспоненциальному росту их вычислительной мощности и совершенствованию механизмов моделирования природных и социально-экономических закономерностей.

Внедрение ГИС-технологий в лесное хозяйство было обусловлено необходимостью повышения эффективности лесоустроительного проектирования и проведения регулярного мониторинга состояния лесного фонда, который на сегодняшний день насчитывает 2,8 млн га ЗЛН, в том числе 1,2 млн га полезащитных и около 1 млн га противоэрозионных [4, 11].

В качестве территории исследования нами был выбран Буденновский район Ставропольского края, который расположен в засушливой зоне с преобладанием светло- и темно-каштановых почв. Район характеризуется высокой степенью распаханности территории. По данным дистанционного мониторинга, пашня в районе занимает площадь 242751 га, что составляет 78 % территории района (рисунок 1). Для территории Буденновского района характерно преобладание засушливых условий со среднегодовой температурой равной 10,8 °С, суммой активных температур 3725 °С, годовой суммой осадков 434 мм и гидротермическим коэффициентом вегетационного периода (ГТК) 0,73 [3].

В качестве основных показателей оценки эффективности защитных лесных насаждений для защиты пашни от дефляции нами были использованы: процент защитной лесистости (облесенности) пашни, процент основных (продольных) полезащитных лесных полос, расстояние между ними и их отклонение относительно перпендикулярного направления вредоносных ветров, которое не должно превышать 30°.

По данным дистанционного мониторинга пашни Буденновского района, проведенного в 2015 г., установлено, что дешифрируемая площадь пашни в районе на 24951 га превышает данные статистического учета, что может свидетельствовать о фактах незаконной распашки сенокосов и пастбищ. Чаще сенокосы и пастбища располагаются на склоновых землях, которые лишь в отдельных случаях могут быть защищены приовражными или прибалочными ЗЛН. Увеличение площади пашни закономерно приводит к снижению защитной лесистости.

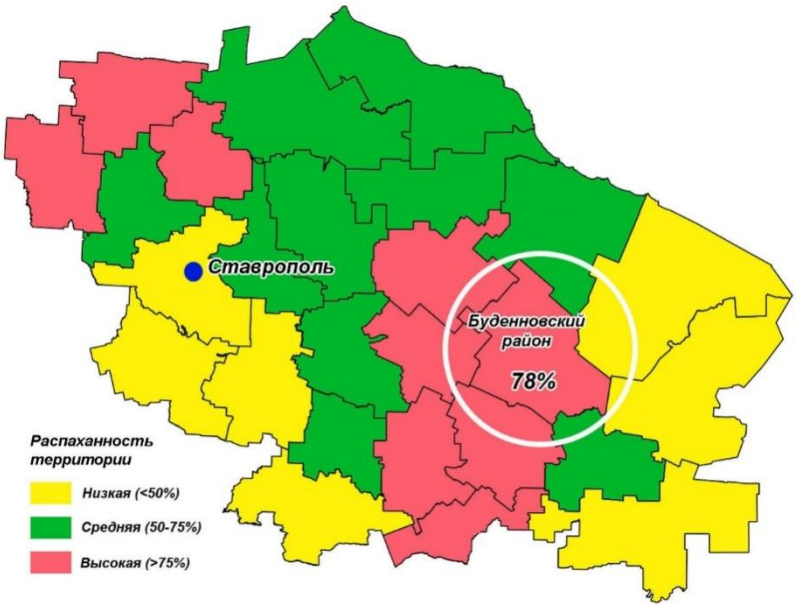


Рисунок 1 – Распаханность территории Ставропольского края

По данным дистанционного мониторинга, проведенного в 2015 г. на территории Буденновского района, суммарная площадь всех защитных лесных насаждений составляла 8096 га, протяженность 3321 км при средней длине 1308 м и средней ширине 23 м. В районе отмечается значительное снижение сохранности ЗЛН – так, 21 % (698 км) ЗЛН имеют сохранность ниже 75 %.

В результате пространственного анализа методами ГИС установлено, что район обладает низкой защитной лесистостью, которая составляет 3,1 % при рекомендованном уровне (ВНИИАЛМИ) для сухостепной зоны 3,8–4,8 %. В Буденновском районе основные полезащитные лесные насаждения составляют 60 % от все ЗЛН.

Согласно рекомендациям по агролесомелиоративному обустройству территории, основные ЗЛН необходимо размещать друг относительно друга на рекомендованных расстояниях, которые зависят от типа почв. Так, например, для территории Буденновского района для участков с темно-каштановыми почвами расстояние должно составлять 350 м, а для светло-каштановых – 250 м. На основании результатов пространственного анализа установлено, что в Буденновском районе только 5 % основных ЗЛН расположены в соответствии с рекомендациями расстояниях друг относительно друга. В складывающейся ситуации значительно снижается эффективность ЗЛН в борьбе с дефляцией, пыльными бурями и суховеями, поскольку теряется целостность защитной системы.

По данным Ставропольского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, в Буденовском районе преобладают ветры восточного направления. Пространственный анализ отклонения (не должно превышать 30°) основных ЗЛН Буденновского района от перпендикулярного направления вредоносных ветров показал, что только 10 % основных ЗЛН удовлетворяют данному условию. Полученные результаты свидетельствуют о снижении защитной функции у 90 % основных ЗЛН на 10–35 %.

Использование данных дистанционного зондирования Земли и ГИС-технологий доказало свою эффективность при проведении пространственного анализа ЗЛН на примере Буденновского района Ставропольского края. В результате были выявлены недостатки существующего в районе каркаса ЗЛН, которые, по нашему мнению, могут быть связаны со значительным разрушением ЗЛН и ошибками, допущенными при их проектировании. Полученные результаты пространственного анализа могут быть основой при проведении работ по восстановлению и совершенствованию существующих ЗЛН.

ЛИТЕРАТУРА

1. Березин А. М. Методическое пособие по использованию спектрозональных аэроснимков для дешифрирования лесов [Текст] / А. М. Березин, Н. Г. Харин. – М. : Гослесбумиздат, 1960. – 60 с.

2. Виноградов Б. В. Аэрокосмический мониторинг экосистем [Текст] / Б. В. Виноградов. – М. : Наука, 1984. – 320 с.

3. Желнакова Л. И. Современные тенденции изменения климата в Ставропольском крае / Л. И. Желнакова, С. А. Антонов // Проблемы интенсификации и экологизации земледелия России : материалы науч.-практ. конф. 14–15 июня 2006 г. – Донской НИИСХ : Рассвет, 2006. – С. 535–539.

4. Иванов А. Л. Агролесомелиорация [Текст] / А. Л. Иванов, К. Н. Кулик. – 5-е изд., перераб. и доп. – Волгоград : ВНИАЛМИ, 2006. – 746 с.

5. Книжников Ю. Ф. Аэрокосмическое зондирование [Текст] / Ю. Ф. Книжников. – М. : МГУ, 1997. – 128 с.

6. Кравцова В. И. Космические методы картографирования [Текст] / В. И. Кравцова. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1995. – 240 с.

7. Родин А. Р. Лесомелиорация ландшафтов [Текст]: учебник / А. Р. Родин, С. А. Родин, С. Б. Васильев, Г. В. Силаев. – М. : ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2014. – 192 с.

8. Самойлович Г. Г. Лесное дешифрирование аэроснимков [Текст]: краткое пособие / Г. Г. Самойлович. – Л.: изд-во Леспроект, 1952. – 133 с.

9. Сухих В. И. Аэрометоды в лесоустройстве [Текст] / В. И. Сухих, Н. Н. Гусев, Е. П. Данюлис. – М. : Лесная пром-сть, 1977. – 192 с.

10. Харин Н. Г. Дистанционные методы изучения растительности [Текст] / Н. Г. Харин. – М. : Наука, 1975. – 132 с.

11. Черных В. Л. Проблемы внедрения новых информационных технологий в лесную отрасль [Текст] / В. Л. Черных // Лесное хозяйство. – 2001. – № 2. – С. 38–39.

УДК 630*561.24

ОСОБЕННОСТИ РАДИАЛЬНОГО РОСТА ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В ПОЛЕЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЛОСАХ СУХОЙ СТЕПИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Быков Николай Иванович, *кандидат географических наук, Институт водных и экологических проблем СО РАН,* ***Россия,*** *г. Барнаул, nikolai_bykov@mail.ru*

Рыгалова Наталья Викторовна, *кандидат географических наук, Алтайский государственный университет,* ***Россия,*** *г. Барнаул, natalia.ml@mail.ru*

Шигимага Анна Александровна, *Алтайский государственный университет,* ***Россия,*** *г. Барнаул, anettshigimaga@mail.ru*

Особенности радиального роста древесных растений полезащитных лесных полос сухостепной зоны Алтайского края зависят от возраста деревьев, их породы, географического положения. Полученные древесно-кольцевые хронологии климатически чувствительны, что позволяет использовать их для дендроклиматических исследований.

Ключевые слова: дендрохронология, полезащитные лесные полосы, сухая степь, Алтайский край

FEATURES OF WOOD PLANTS RADIAL GROWTH IN THE DRY STEPPE SHELTERBELTS OF THE ALTAI KRAI

Bykov N. I., Rygalova N. V., Shigimaga A. A.

Features of wood plants radial growth in the dry steppe zone shelterbelts of the Altai krai depend on the tree age, their species and geographical location. The climate sensitivity of resulting tree-ring chronologies allows you to use them for dendroclimatic studies.

Keywords: dendrochronology, forest shelterbelts, dry steppe, Altai krai.

Значительная часть пашни Алтайского края находится в пределах сухой степи – зоне рискованного земледелия, где вероятность засух наибольшая. Лесные полезащитные полосы играют здесь важную экологическую и экономическую роль, поскольку создают для 30–50 %

пашни особый фитоклимат [4]. Поэтому судьба данных лесополос в связи с изменением климата не может остаться без внимания ученых.

Находясь в экстремальных для произрастания древесных растений условиях, данные лесополосы являются чрезвычайно уязвимыми в условиях потепления климата и увеличения его засушливости. О реакции деревьев на изменения климата могут свидетельствовать их годичные кольца. Однако дендроклиматические исследования полезащитных лесных полос редки в силу сложности их проведения по ряду причин: непродолжительный период жизни деревьев, слабый климатический сигнал в древесно-кольцевых хронологиях, значительный антропогенный «шум».

Для понимания реакции деревьев полезащитных лесных полос сухостепной зоны Алтайского края на изменения климата на первом этапе были изучены особенности их радиального роста. Для этих целей были отобраны 270 кернов со 135 деревьев (60 тополей, 45 берез, 30 лиственниц) в 9 лесополосах, которые в дальнейшем были обработаны, измерены и стандартизированы согласно методическим указаниям [3].

Дендрохронологический анализ показал, что средний возраст исследованных деревьев (на уровне груди) на участках изменяется от 34.9 до 54.9 лет, в том числе у березы от 38.8 до 50.0, тополя – 37.9–51.1, лиственницы – 39.4–54.9. Коэффициенты вариации возраста деревьев на участках низкие (от 0.04 до 0.18), поскольку насаждения одновозрастные, а различия объясняются разной скоростью линейного роста (по вертикали) деревьев.

Средняя ширина годичных колец всех индивидуальных хронологий варьирует от 1.0 до 4.9 мм (у березы 1.3–3.7, у тополя 1.9–4.9, у лиственницы 1.0–3.5), а по участкам от 1.2 до 3.8 мм, в том числе у березы 2.2–2.6 мм, у тополя 3.2–3.8, лиственницы 1.2–2.9. Коэффициент вариации средней ширины годичного кольца индивидуальных хронологий на участках изменяется от 0.17 до 0.24, в том числе по березовым хронологиям 0.19–0.24, тополевым 0.17–0.22 и по лиственничным 0.18. По березе и особенно тополю в сухостепной зоне просматривается тенденция увеличения прироста с севера на юг. Различия между хронологиями лиственницы обусловлены возрастом и, вероятно, климатическими условиями произрастания, так как один участок был выбран в границах сухостепной зоны, а другой, для сравнения, в умеренной степи.

Зависимость средней ширины прироста от среднего возраста хронологий на участках свидетельствует о наличии возрастного тренда в радиальном росте изученных деревьев лесополос. Формы трендов древесно-кольцевых хронологий обычно имеют традиционный вид: широкие годичные кольца формируются в начале роста дерева, а затем их ширина постепенно уменьшается. Вместе с тем у некоторых хронологий на 10–25-й год наблюдается этап большого роста. Пока трудно объяснить, чем это обусловлено: благоприятными климатическими условиями или конкурентными условиями в насаждениях.

Анализ связи рядов индивидуальных хронологий показал, что наибольшие коэффициенты корреляции отмечаются у пар хронологий с одного дерева. Три четверти хронологий обычно демонстрируют связь на уровне 0.70–0.96. Однако коэффициенты корреляции между всеми хронологиями одного участка показывают более существенный разброс при среднем значении от 0.41 до 0.82.

Высокая связь абсолютных хронологий обусловлена отчасти наличием возрастного тренда. Поэтому для сравнения хронологий без данной тенденции в приростах была использована процедура стандартизации индивидуальных рядов абсолютного прироста с помощью программы ARSTAN и построения обобщенных хронологий. После данной процедуры была проверена связь стандартизированных и обобщенных хронологий между собой. При этом установлено, что наилучшие связи демонстрируют хронологии ближайших участков с одинаковыми породами деревьев, особенно тополевые хронологии.

В стандартизированных хронологиях отмечается тенденция повышения индексов с середины 60-х годов XX в. до начала 90-х гг. и с конца 90-х до настоящего времени, особенно в последнее десятилетие. Данное явление необходимо будет объяснить в ходе дальнейших исследований. Стандартизированные обобщенные древесно-кольцевые хронологии проверены на наличие в них климатического сигнала. Наличие климатического сигнала отражает коэффициент чувствительности, который дает оценку колебаний величины индексов прироста от года к году, т. е. показывает степень воздействия внешних факторов на изменение величины прироста. Значения коэффициента чувствительности колеблются в пределах от 0 (когда нет

различий в ширине или индексов прироста соседних колец) до 2 (когда показатели одного из соседних колец равны нулю). Пороговым значением чувствительности древесно-кольцевых серий принято среднее значение коэффициента 0,2 [1, 2].

Анализ показал, что все обобщенные хронологии чувствительны к колебаниям климата. Показатели этого коэффициента варьируют от 0.25 до 0.4. Минимальными значениями характеризовались хронологии с южных участков. Максимальное значение было отмечено у хронологии с самого северного участка. При этом у березовых хронологий он колеблется от 0.33 до 0.4 (при среднем значении 0.36), у тополевых – от 0.25 до 0.31 (среднее 0.27), у лиственничных – 0.3–0.31. Таким образом, наиболее чувствительной к колебаниям климата является береза, затем лиственница, а наименее чувствительным – тополь. При этом в группах тополевых и березовых хронологий самыми чувствительными оказались самые северные хронологии Однако в хронологиях, которые расположены южнее, четкого географического тренда распределения коэффициента чувствительности по участкам не наблюдается.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Алтайского края в рамках научного проекта № 19-45-220011 р_а

ЛИТЕРАТУРА

1. Ваганов Е. А. Дендроклиматические исследования в Урало-Сибирской Субарктике [Текст] / Е. А. Ваганов, С. Г. Шиятов, В. С. Мазепа. – Новосибирск : Сибирская издательская фирма РАН, 1996. – 246 с.

2. Магда В. Н. Радиальный прирост сосны как индикатор атмосферного увлажнения в Минусинской котловине / В. Н. Магда, А. В. Зеленова // Известия РГО. − 2002. − Т. 134, Вып. 1. − С. 73−79.

3. Методы дендрохронологии. Ч. I. Основы дендрохронологии. Сбор и получение древесно-кольцевой информации [Текст] : учеб.-метод. пособие / С. Г. Шиятов, Е. А. Ваганов, А. В. Кирдянов, В. Б. Круглов, В. С. Мазепа, М. М. Наурзбаев, Р. М. Хантемиров; Отв. редакторы Е. А. Ваганов, С. Г. Шиятов. − Красноярск : Изд-во КрасГУ, 2000. − 80 с.

4. Парамонов Е. Г. Лесное хозяйство Алтая [Текст] / Е. Г. Парамонов, И. Д. Менжулин, Я. Н. Ишутин. – 2-е изд., знач. доп. – Барнаул: изд-во АГУ, 2017. – 392 с.

УДК 630*266

ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСОПОЛОС С ПОМОЩЬЮ КОНТРОЛЯ ПРИРОСТА ДЕРЕВЬЕВ

Вайс Андрей Андреевич, *доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и техники им. академика М. Ф. Решетнева», **Россия**, г. Красноярск, vais6365@mail.ru*

Выявлены особенности роста древесных пород. С учетом стратегии роста, древесной породы и величины прироста рекомендованы возрастные периоды для проведения агротехнических мероприятий с целью сохранения устойчивого развития.

Ключевые слова: защитная лесополоса, прирост, древесная порода, агротехническое мероприятие, устойчивость роста.

INCREASE OF PRODUCTIVITY OF PROTECTIVE FOREST BELTS BY CONTROLLING THE GROWTH OF TREES

Vais A. A.

Taking into account the growth strategy, tree species and tree growth, the features of growth are revealed and age periods for carrying out agrotechnical measures for the purpose of maintaining sustainable growth are recommended.

Keywords: protective forest belt, growth, tree species, agrotechnical event, growth stability.

В основу исходного материала были положены данные модельных деревьев защитных лесополос Республики Хакассии (Усть-Абаканский, Бейский, Шушенский районы), Мину-

синского района Красноярского края и Республики Тыва (Кызыльский район). Аппроксимация функций роста производилось с использованием уравнения Дракина-Вуевского [1] и Вейбулла [2]. Нелинейная оценка функций производилась в статистическом пакете «STATISTICA». Графический анализ выполнялся в электронной таблице «Excel».

На первом этапе для общего анализа хода роста был выполнен графический анализ. Целью такого исследования являлось установление существования дифференциации в ходе роста деревьев различных лесополос. На примере хода роста лиственницы сибирской в высоту можно констатировать наличие условно трех групп роста деревьев: интенсивного, среднего и умеренного. Ход роста зависит от древесной породы, условий произрастания. Поэтому для каждой группы и вида растений предлагается комплекс мероприятий для поддержания устойчивого роста.

Береза повислая. 1 группа – к 35 годам минимальные значения прироста. Агротехнические мероприятия должны быть направлены на стабилизацию прироста. 2 группа – агротехнические мероприятия должны проводиться после 15 лет и должны быть направлены на увеличение прироста как по высоте, так и по диаметру. 3 группа – агротехнические мероприятия должны быть направлены на увеличение прироста по отношению к первоначальному моменту.

Вяз приземистый. 1 группа – к 35 годам минимальные значения прироста. Агротехнические мероприятия должны быть направлены на поддержание устойчивого прироста. 2 группа - агротехнические мероприятия должны проводиться после 10 лет и должны быть направлены на сохранение прироста. 3 группа – агротехнические мероприятия должны быть направлены на увеличение прироста в сравнении с первоначальным моментом.

Лиственница сибирская. 1 группа – к 40 годам прирост по высоте практически равен нулю. Агротехнические мероприятия проводятся после 10 лет и должны быть направлены на стабилизацию прироста. 2 группа – агротехнические мероприятия должны быть направлены на снижение интенсивности падения прироста. 3 группа – рекомендуется с 15 до 25 лет проводить агротехнические мероприятия, направленные на поддержание прироста.

Тополь черный. 1 группа – агротехнические мероприятия должны быть направлены на поддержание высокого прироста после 15 лет. 2 группа – агротехнические мероприятия рекомендуется проводить после 10 лет для поддержания устойчивого прироста. 3 группа – агротехнические мероприятия проводятся с начального момента роста.

Сосна обыкновенная. 1 группа – агротехнические мероприятия рекомендуется проводить после 10 лет. 2 группа – агротехнические мероприятия должны быть направлены на поддержание стабильного прироста после 20 лет. 3 группа – агротехнические мероприятия должны быть направлены на поддержание стабильного прироста после 20 лет.

С учетом стратегии роста, древесной породы и прироста деревьев были рекомендованы возрастные периоды для проведения агротехнических мероприятий для сохранения устойчивого роста, что увеличит долговечность защитных насаждений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Маслаков Е. Л. Исследование роста лесных культур : методические указания / Е. Л. Маслаков [и др.] – Л., 1978. –71 с.

2. Климов А. Г. Анализ динамики лиственничных древостоев Станового Нагорья / А. Г. Климов, В. В. Кузьмичев // Лесная таксация и лесоустройство : междунар. науч.-практ. журнал. – 2004. – № 1 (33). – С. 32–34.

УДК. 634.9(470.56)

ДИГРЕССИВНОЕ РАЗВИТИЕ ЛЕСОЗАЩИТНЫХ ПОЛОС СЕВЕРО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Савенкова Инна Витальевна, *кандидат сельскохозяйственных наук, Северо-Казахстанский государственный университет им. М. Козыбаева,* ***Казахстан,*** *г. Петропавловск, inna.vital@mail.ru*

Пашков Сергей Владимирович, *кандидат географических наук, доцент, Северо-Казахстанский государственный университет им. М. Козыбаева,* ***Казахстан,*** *г. Петропавловск, sergp2001@mail.ru*

В статье рассматривается современное состояние полезащитных лесополос Северо-Казахстанской области. В ходе обследования определены конструкционные элементы, таксационные показатели древостоев, характер развития и усыхания кроны модельных деревьев, рассчитана потребность в реконструкции зеленых насаждений.

Ключевые слова: деревья, лесозащитная полоса, реконструкция, рядность, Северо-Казахстанская область

DIGRESSIVE DEVELOPMENT OF FOREST PROTECTION BELTS OF NORTH KAZAKHSTAN REGION

Savenkova I. V., Pashkov S. V.

The article describes with the modern state of forest protection belts in North Kazakhstan region. The survey identified structural elements, statistical indicators of tree stands, the nature of development and drying of the crown of model trees, calculated the need for reconstruction of green plantations.

Keywords: trees, forest protection belt, reconstruction, line, North Kazakhstan region

В аграрных, прежде всего зерносеющих, регионах продуктивность основных сельскохозяйственных культур определяется характером использования ключевых средств производства и проявлением неблагоприятных природных факторов: сильными ветрами (результат – выдувание снега и мелкозема), суховеями (результат – потеря влаги) [4]. Эти проблемы в прошлом эффективно решали лесные защитные полосы (ленточные насаждения среди сельскохозяйственных угодий, вдоль дорог и т. д.), закладываемые по границам севооборотов по контурам больших полей и внутри них [11].

Первое масштабное создание зеленых насаждений началось в СССР после утверждения сталинского Плана преобразования природы» (Постановление Совета Министров СССР и ВКП(б) от 20.10. 1948 г. № 3960), разработанного и принятого по следам сильнейшей засухи и неурожая 1946–47 гг. Его концепция была ретранслирована позже в целинные районы, послужив научной базой создания агролесомелиоративных полос в 1962–67 гг. Одним из районов зеленого строительства являлась Северо-Казахстанская область (СКО) – крупный сельскохозяйственный район, представленный лучшими в Казахстане черноземными почвами, дефлированными вследствие пыльных бурь начала 60-х гг.

Современное состояние лесных полос в СКО оценивается как кризисное, пограничное с критическим. Они зачастую захламлены, деревья повреждены пожарами, болезнями и вредителями. В полосах отмечается интенсивный процесс уплотнения и задернения почв, изреживание древостоя. Большая часть полос представлена деревьями старше 25 лет. Практически все функционирующие сегодня лесные полосы имеют «разрывы» и «выключки» длиной до 20 метров. Отмечается уплотнение лесополос подростом.

Объекты исследования: Участки полезащитной полосы у с. Рублевка – участок 1, защитных лесных насаждений вдоль автомобильной дороги г. Петропавловск – г. Нур-Султан – участок 2, вдоль железнодорожного полотна (59-й км ЮУЖД) – участок 3 и деградирующая лесомелиоративная полоса (трасса Петропавловск – Ишим) – участок 4 (таблица 1, рисунки 1–3).

Таблица 1 – Характеристика обследованных полос

Участок	Длина участка, м	Состав	Возраст, лет
1	10	10Б	50
2	10	6Б4Кл+Аж	40/5
3	10	7Б3Ос	50/12

Изучаемые защитные лесополосы – смешанные, исключение составляют березовые полосы участка 1.

Рисунок 1 – Участок 1 (полераздел у с. Рублевка)

Рисунок 2 – Участок 2
(трасса г. Петропавловск – г. Нур-Султан)

Рисунок 3 – Участок 3 (59-й км ЮУЖД)

Рисунок 4 – Деградирующая лесомелиоративная полоса
(трасса Петропавловск – Ишим)

Полосы участка 1 имеют нечеткую рядность в результате сильной захламленности, поэтому все конструкционные ряды не представляется возможным просмотреть, визуально хорошо определяются 2 ряда (таблица 2).

Таблица 2 – Конструкционные элементы защитных полос

Участок	Кол-во рядов	Расстояние м/у рядами, м	Шаг посадки, м	Преобладающая порода	Сопутствующая порода	Уход	Опашка
1	2	2,5	1,6	береза повислая	-	-	+
2	3	2,5-3,0	2,0-1,8-1,1	береза повислая	клен ясенелистный, акация желтая	-	-
3	3	3,0	1,8	береза повислая	осина обыкновенная	-	+

Полосы расположены на удалении 10–20 м от полотен. Уходы за полосами не осуществлялись, видимо, длительное время – захламленность полос достигала местами до 75 %. Опашка вокруг лесополос производится только на участках 1 и 3. Расстояние между рядами в полосе и шаг посадки деревьев соответствует принципам размещения для степных и лесостепных районов [12].

Методика исследования. Обследования проводились согласно общепринятым методикам обследования лесов и лесозащитных полос [1, 2, 6, 7, 8].

Результаты исследований. Наиболее эффективными защитные и мелиоративные функции лесных полос тогда, когда они создаются по определенной системе, в тесной взаимосвязи и в необходимом количестве для данной территории. Для лесостепных и степных районов наиболее высокими мелиоративными и защитными свойствами обладают 2- и 3-рядные полосы [3].

При обследовании также проводился структурный анализ полос (таблица 3).

Таблица 3 – Характеристика обследованных полос

Участок	Длина участка, м	Кол-во элементов, Шт.	из них.., шт/ %		Порода
			Деревьев	Кустарников	
1	10	10	10/100	-	береза
		13	13/100	-	береза
2	10	11	11/100	-	береза
		13	13/100	-	клен
		14	9/64	5/36	клен + акация
3	10	10	10/100	-	береза
		12	12/100	-	береза
		18	18/100	-	осина
		14	14/100	-	осина

Полезащитная полоса (участок 1) – 2-рядная, состоящая из березы повислой (*Betula pendula)*. Вдоль трассы Петропавловск – Нур-Султан (участок 2) полоса 3-рядная, главная порода – береза повислая, сопутствующая – клен ясенелистный (*Acer negundo)*. Акация желтая (*Caragana arborescens*) образует подлесок. Вдоль железнодорожного полотна ЮУЖД (участок 3) полоса 4-рядная, главная порода – береза повислая, сопутствующая – осина обыкновенная (*Populus tremula).*

Данные таксационных параметров обследуемых защитных полос представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Основные таксационные показатели древостоев защитных полос

Участок	Порода	Возраст, лет	Средние метрические показатели	
			Высота, м	Диаметр, см
1	Береза повислая	50	26,1 ± 0,71	21,1 ± 0,61
2	Береза повислая	50	23,5 ± 1,36	20,6 ± 0,91
	Клен ясенелистный	40	16,0 ± 0,51	56,1 ± 0,28
	Акация желтая	5	2,4 ± 0,91	11,0 ± 0,77
3	Береза повислая	50	25,4 ± 1,08	19,0 ± 0,38
	Осина обыкновенная	12	8,6 ± 0,86	9,8 ± 0,41

В ходе обследования описаны 4 формы кроны (таблица 5).

Таблица 5– Форма кроны модельных деревьев

Форма кроны	Участок			Долевое участие, %
	1	2	3	
Раскидистая	15,3±1,14	21,1±0,55	21,4±1,26	49,1
Колоновидная	6,5±0,75	10,8±1,16	17,0±0,86	29,1
Яйцевидная	-	7,5±0,75	16,1±1,18	20
Пирамидальная	2,1±1,07	-	-	1,8

Большая часть деревьев обследованных участков имели раскидистую крону. Полоса участка 1, состоящая из 2 рядов, образует «стену», по обе стороны которой располагаются поля. В составе полосы отмечены деревья с колоновидной и пирамидальной кроной. Участки 2 и 3 не характеризуются большим разнообразием форм крон, даже ввиду того, что полосы 3-х рядные и смешанного типа. Деревья участка 3 не отличаются большим разрывом в количественном показателе, долевое распределение характера крон более или менее равномерно, хотя они имеют наибольшую нагрузку, выполняя роль инженерных сооружений.

Плотность (густота) кроны определяется количеством просветов в насаждении (таблица 6).

Таблица 6 – Густота кроны модельных деревьев, %

Характер густоты кроны	Участок			Долевое участие, %
	1	2	3	
Сквозная (ажурная)	100	28,9	40,7	48,6
Густая	-	71,1	59,3	51,3

Если просветы между ветвями составляют до 25 % – это плотная (густая) крона. Густая форма конструкции состоит из деревьев всех ярусов и кустарников при большой плотности их размещения и без просветов по всему вертикальному профилю. Ветровой поток обычно не проходит сквозь такую полосу, а обтекает ее сверху. Такая форма описана на участке 2 (71,1 %) и участке 3 (59,3 %). На участке 1 – полосы сквозной (ажурной) конструкции (100 %).

Характер развития крон древесных пород в течение онтогенеза подвергается сильным изменениям. Основное влияние имеют возраст и условия произрастания древесных пород (таблица 7).

Таблица 7 – Характер развития кроны модельных деревьев

Развитие кроны	Участок			Долевое участие, %
	1	2	3	
Равномерно по стволу	47,8	10,3	33,3	28,7
В верхней части	21,7	39,7	10,5	28,7
В средней части	4,3	10,3	36	13,9
В нижней части	17,4	6,9	13,1	12,2
Угнетена	8,6	32,7	7,0	16,5

Одинаковая доля развитых крон на всех участках – по 28,7 % – имеет равномерное обрастание по стволу и в верхней части. Исследуемые древесные породы в большинстве относится к категории гелиофитов (светолюбивых): береза, осина, акация. Светолюбивые древесные породы имеют высокоподнятую крону, т. к. в насаждении, происходит активная борьба за свет. Развитие кроны в средней (13,9 %) и нижней (12,2 %) частях присуще для растений, произрастающих под пологом леса. На участке 2 пологом является клен ясенелистный, участок 3 представлен осиной обыкновенной.

При обследовании участков выявлена различная степень усыхания крон: усыхание в нижней, средней и верхней частях, усыхание вершины или всей кроны дерева (таблица 8).

Возможными причинами усыхания деревьев могут являться: засухи, повышение или понижение уровня грунтовых вод, вредители и болезни, нехватка питательных веществ. Как указано выше, усыхание деревьев является следствием нехватки минеральных веществ и нарушения водообмена.

Таблица 8 – Характер усыхания кроны модельных деревьев, %

Характер усыхания кроны	Участок			Долевое участие, %
	1	2	3	
Без признаков усыхания	56,5	50,0	40,7	47
Верхняя часть кроны	17,4	15,8	11,1	13,9
Средняя часть кроны	4,3	23,7	7,4	12,2
Нижняя часть кроны	13,0	2,6	24,0	14,7
Вся крона	8,7	7,9	16,6	12,2

В последние годы леса СКО, особенно инсулярные березовые колки в западинах, массово подвергаются вымоканию. Гибель березняков (вымочка) происходит при нарушении/прекращении нормального дыхания при избыточном увлажнении, когда вода скапливается на поверхности почвы, при этом заплывают корни растений. Наступает это обычно весной или в период оттепелей, вследствие накопления на поверхности почвы талой воды, не впитывающейся в почву.

На всех участках без признаков усыхания обнаружено 47 % древесных пород. Первым признаком усыхания является усыхание верхней части кроны 13,9 %. На участке 3 обнаружено 9 растений (16,6 %) с полностью усохшей кроной. Усыханию подверглась в основном осина, у которой обостренная внутривидовая борьба за существование.

Характер ствола дерева зависит от дендрологических особенностей, условий местопроизрастания и происхождения. 50,4 % древесных пород характеризуется прямым стволом (таблица 9).

Таблица 9 – Характер ствола модельных деревьев, %

Особенности ствола	Участок			Долевое участие, %
	1	2	3	
Прямой	78,2	39,5	46,3	50,4
Обломана вершина	4,3	2,6	7,4	5,2
Наклонен у основания	0	7,9	3,7	4,3
Сильно изогнут	4,3	28,9	16,6	18,3
Раздвоен в верхней части	8,7	7,9	7,4	7,8
Раздвоен в средней части	4,3	10,5	9,3	8,7
Раздвоен в нижней части	0	0	5,5	2,6
Соединен с другим стволом	0	2,6	3,7	2,6

На участке 1 наибольшая доля деревьев с прямыми стволами (78,2 %). На 2-м участке 11 деревьев (28,9 %) с сильно изогнутыми стволами – расположен на открытом месте, где находится под постоянным воздействием ветров, периодического затопления и повышенного испарения. Участок 3 имеет наибольшую долю деревьев с прямыми стволами (46,3 %).

Обычно прямые стволы имеют древесные породы семенного происхождения. Деревья данного генезиса больше ценятся в народном хозяйстве. Во-первых, такой лес является более долговечным. Во-вторых, имеет высокие технические качества древесины, из которых можно получить высококачественные и ценные сортименты.

Сухие защитные лесополосы все чаще наблюдаются в СКО, и это не только отдельные участки – встречаются полностью погибшие полосы, что вполне обоснованно вызывает тревогу. Большинство обследованных лесополос на территории области утратили свои прямые функции из-за превалирующего количества (до 70 %) вымерзших и засохших деревьев и кустарников, низкой полнотности и редкостойности древостоя [9, 10] (рисунок 4).

Несвоевременное проведение уходов, возраст деревьев (спелые и перестойные), а также засуха последних лет – все это способствовало ухудшению санитарного состояния лесополос. Для оценки санитарного состояния лесных полос применялись коэффициенты состояния для каждого вида и деревьев в целом по морфологическим признакам (таблица 10).

Таблица 10 – Категории состояния лесозащитных полос, %

Состояние	Балл	Категория состояния	Участок			Долевое участие, %
			1	2	3	
Хорошее	1	внешне здоровые	60,9	34,2	48,1	46,1
Удовлетворительное	2	ослабленные	21,7	13,2	5,5	11,3
	3	сильно ослабленные	8,7	28,9	7,4	14,8
Неудовлетворительное	4	усыхающие	4,3	10,5	13	10,4
	5	сухостой текущего года	4,3	5,2	14,8	9,6
	6	сухостой прошлых лет	0	7,9	11,1	7,8
К			2,1	2,6	2,7	100

При оценке категорий состояния лесозащитных полос различного назначения установлено, что коэффициент состояния древостоев на участке 1 составил 2,1 (ослабленный ценоз), на участках 2 и 3 – 2,6 и 2,7 (сильно ослабленный ценоз). Характеристики модельных деревьев лесозащитных полос и их санитарное состояние позволяет определить потребность в обновлении (реконструкции). В целом лесные полосы находятся в неудовлетворительном состоянии и нуждаются в реконструкции (таблица 11).

Для определения долевого участия древесных пород, нуждающихся в реконструкции, были учтены признаки и характеристики, присущие здоровым деревьям каждого вида.

Участок 1 нуждается в реконструкции 37,4 % деревьев. Основной причиной замены деревьев данной полосы является нетипичная форма (69,6 %), признаки усыхания (43,5 %) и неравномерное развитие кроны (52,2 %).

На участке 2 почти 65 % деревьев необходимо заменить. Изменение линейности ствола наблюдается у 60,5 % деревьев. Около 90 % деревьев имеют неравномерное развитие кроны.

Данная полоса испытывает негативное воздействие сильных ветров и выбросов вредных веществ автомобильным транспортом.

Таблица 11 – Потребность в реконструкции полос, %

Категории состояния деревьев	Потребность в замене	Участок		
		1	2	3
С типичной формой кроны	-	30,4	47,4	57,4
С типичной степенью густоты кроны	-	100	28,9	40,7
С равномерным развитием кроны	-	47,8	10,3	33,3
Без признаков усыхания кроны	-	56,5	50	40,7
С типичным ровным прямым стволом	-	78,2	39,5	46,3
% деревьев здоровых, без признаков ослабления		*62,6*	*35,2*	*43,7*
С нетипичной формой кроны	+	69,6	52,6	42,6
С изреженной кроной	+	0	71,1	59,3
С неравномерным развитием кроны	+	52,2	89,7	66,7
С признаками усыхания кроны	+	43,5	50	59,3
С измененной линейностью ствола	+	21,8	60,5	53,7
% деревьев, требующих замены		*37,4*	*64,8*	*56,3*

Участок 3 нуждается в реконструкции 56,3 % деревьев. Неравномерное развитие кроны (66,7 %), признаки усыхания (59,3 %), изменение линейности ствола (53,7 %) свидетельствуют о том, что насаждение нуждается в своевременном проведении лесохозяйственных мероприятий.

Состояние деревьев и их функциональность неоднозначна для всех участков. Это обусловлено воздействием различных факторов: условия произрастания, болезни и вредители, проведение лесохозяйственных мероприятий.

Заключение: в видовом составе лесозащитных полос различного назначения главной породой является береза повислая, сопутствующей – клен ясенелистный, второстепенной – осина обыкновенная. Насаждения полос разновозрастные. Описаны 4 типа густоты кроны; различная степень усыхания кроны; описаны 5 форм кроны и 2 типа ее густоты; 8 видов линейности и формы ствола. По категориям состояния установлены: деревья здоровые, без признаков ослабления, и деревья, требующие замены. Коэффициент состояния полосы относит к категории «ослабленные» (участок 1) и «сильно ослабленные» (участки 2 и 3). Защитные полосы характеризуются неудовлетворительным состоянием (имеются сухостойные деревья, большая захламленность валежником и буреломом). Обследованные лесополосы нуждаются в реконструкции в среднем на 52,8 %. Требуют полной замены на участке 1 (полераздел) 37,4 % деревьев, на участке 2 (автодорога) – 64,8 %, на участке 3 (железная дорога) – 56,3 %.

Для повышения продуктивности и устойчивости лесозащитных полос целесообразны реконструкция полос (на 52,8 %) путем замены (обновления) деревьев старовозрастных и неудовлетворенного состояния при сохранении видового состава, своевременная уборка и очистка полос от захламленности [5].

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев В. А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев / В. А. Алексеев // Лесоведение. – 1989. – № 4. – С. 51–57.

2. Алексеев В. А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев. Некоторые вопросы диагностики и классификации поврежденных загрязнением лесных экосистем / В. А. Алексеев // Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. – Л. : Наука, 1990. – С. 38–53.

3. Бозриков В. В. Рекомендации по технологии выращивания полезащитных лесных полос на землях сельскохозяйственных предприятий Северного и Западного Казахстана / В. В. Бозриков. – Алма-Ата, 1992. – С. 98–106.

4. Катречко Д. Активизация мелиоративного эффекта полезащитных лесных насаждений в агроландшафте [электр. ресурс]. – URL: http://refua.in.ua/polezashitnie-lesnie-polosi-vipolnyayut-ryad-funkcij-osnovnie.html?page=2

5. Левыкин С. В. Принципы модернизации лесомелиоративного каркаса Оренбургской области / С. В. Левыкин, А. А. Чибилев, П. В. Вельмовский, Г. В. Казачков, А. А. Чибилев (мл) // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2015. – № 13 (188). – С. 168–174.

6. Методы изучения лесных сообществ. – СПб : НИИХимии СПбГУ, 2002. – 240 с.

7. Об утверждении Санитарных правил в лесах. Приказ Министра сельского хозяйства РК от 17 ноября 2015 года № 18-02/1003

8. Определение жизненного состояния древостоя [электр. ресурс]. – URL: http: // wood-prom.ru / analitika/14924_opredelenie-zhiznennogo-sostoyaniya-drevostoya

9. Пашков С. В. Антропогенная трансформация лесостепных и степных ландшафтов Северо-Казахстанской области / С. В. Пашков, И. Р. Алимова // Степи Северной Евразии : материалы VI Междунар. Симп. – 2012. – С. 561–564.

10. Пашков С. В. Дефляция почв Северо-Казахстанской области / С. В. Пашков, А. В. Пигалев // Вестник ЗабГУ. – 2016. – Т. 22. – № 2. – С. 14–25.

11.Проектирование защитных лесных полос [электр. ресурс]. – URL : https: // stud-wood.ru/1629957/ agropromyshlennost/proektirovanie_zaschitnyh_lesnyh_polos

12. Создание и эксплуатация лесозащитных полос [электр. ресурс]. – URL : https://ronl.org/stati/botanika-i-selskoe-hoz-vo/66081/

УДК 630*181.351

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РОЛИ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ В УСТОЙЧИВОСТИ АГРОЛАНДШАФТОВ ПЕТРОВСКОГО ГОРОДСКОГО ОКРУГА СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ

Тарануха Надежда Ивановна, *ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»,* ***Россия****, г. Ставрополь,naduyshka-1982@mail.ru*

Лысенко Изольда Олеговна, *доктор биологических наук, ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»,* ***Россия****, г. Ставрополь, Lysenkostav@yandex.ru*

При оценке состояния защитных лесных насаждений Петровского городского округа Ставропольского края было установлено, что доля защищенности пашни ЗЛН не достаточна для поддержания устойчивого состояния сельскохозяйственных угодий Петровского городского округа.

Ключевые слова: защитные лесные насаждения, агроландшафт, устойчивость агроландшафта.

DETERMINATION OF THE ROLE OF PROTECTIVE FOREST PLANTATIONS IN THE SUSTAINABILITY OF AGRICULTURAL LANDSCAPES OF PETROVSKY CITY DISTRICT OF STAVROPOL KRAI

Taranukha N. I., Lysenko I. O.

When assessing the state of protective forest plantations of the Petrovsky city district of the Stavropol territory, it was found that the share of protection of arable land is not sufficient TO maintain a stable state of agricultural lands of the Petrovsky city district.

Keywords: protective forest plantations, the economic policies, stability of the agricultural landscape.

Защитные лесные насаждения (ЗЛН) играют важное значение в выполнении экологических функций: гидрологических, почвообразующих, почвозащитных, средорегулирующих, санитарно-гигиенических, стабилизируют экологическую обстановку, повышают устойчивость агроландшафтов [4, 5, 1, 7]. В целом, ЗЛН значительно увеличивают экологическую емкость территории, смягчая среду обитания, создавая убежища и улучшая кормовую базу для многих видов животных и насекомых.

По данным Управления Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Ставропольскому краю, на 01 января 2010 г. общая площадь защитных лесных насаждений в Ставропольском крае составляла 129,1 тыс. га, а их протяженность – око-

ло 65 тыс. километров. Облесенность сельскохозяйственных угодий в Ставропольском крае в настоящее время составляет всего 2 % вместо 4–6 % по научно обоснованным нормам. Всего лишь пятая часть пашни Ставропольского края защищена лесными полосами, а в засушливых зонах, где сосредоточены основные площади паров, защищенность составляет от 6,7 до 15,6 %. Наибольшую защищенность имеет пашня в западной части края – 37,8 %.

Анализ данных инвентаризации лесных насаждений показал, что в 10 районах края из 26 облесенность пашни за период 1975–2003 гг. снизилась на 0,33. В крае только 26 % защитных лесных насаждений находится в удовлетворительном состоянии, остальные требуют проведения рубок ухода и реконструкции.

Актуальность исследования. Для Петровского городского округа Ставропольского края ЗЛН имеют особое значение, поскольку речь идет о зоне рискованного земледелия, где часты засухи, пыльные бури и ветровая эрозия почв. Воздействие эрозии и пыльных бурь на пахотные земли округа значительно ослабляется ЗЛН или полезащитными лесными полосами. Облесенность пашни Петровского городского округа по данным инвентаризации в 1975 г. составляла 6514 га (облесенность 2,8 %), а в 2003 – 5118 га (облесенность 2,2 %). За период с 1975 по 2003 гг. площадь ЗЛН уменьшилась на 0,6 %.

Объектом исследований стали защитные (полезащитные) лесные насаждения, входящие в структуру агроландшафтов Петровского городского округа Ставропольского края.

Характеристика района исследований. Петровский городской округ расположен в центральной части Ставропольского края. В соответствии с агроклиматическим районированием территории Ставропольского края, на территории округа представлены 2 агроклиматическими зонами: зона неустойчивого увлажнения – на востоке, засушливая – на юго-западе [3]. Почти все пахотные земли (более 90%) на территории округа входят в группировку с низким содержанием органического вещества.

Материалы и методы. Геоботанические исследования защитных лесных насаждений проводили в засушливой зоне Петровского городского округа Ставропольского края. При проведении полевых исследований применяли маршрутно-глазомерную съемку [2]. При выполнении исследований были использованы комплесно-экспедиционные и камеральные методы, сравнительный анализ библиографических источников и полученных собственных результатов. Латинские названия приведены по С. К. Черепанову [6].

Расчет процента защищённости пашни защитными лесными насаждениями производится по формулам 1 и 2:

$$S_З = 30H \cdot N \cdot K, \qquad (1)$$

$$Z = \frac{S_З \cdot 100\%}{Sn}, \qquad (2)$$

где 30 – коэффициент дальности влияния защитных лесных насаждений; Н – средняя высота защитных насаждений; N – длина защитных лесных насаждений; К – коэффициент конструкции; $S_п$ – площадь пашни, м^2.

Оценка степени защищённости пашни защитными лесными насаждениямисогласно коэффициентам менее 15 % – очень слабая защищённость, 15–30 % –слабая защищённость, 31–50 % – умеренная защищённость, 51–75 % – средняя защищённость, более 75% – высокая защищённость.

Собственные исследования. Современное экологическое состояние древесной растительности защитных лесополос Петровского городского округа Ставропольского края определяли на основе результатов их геоботанического обследования.

Установили, что лесополосы имеют преимущественно ажурную четырехрядную конструкцию и расположены по периметрам сельскохозяйственных угодий. Древесные насаждения лесополос характеризуются относительным долголетием. Их возраст колеблется от 35 до 45 лет. Ширина лесополос варьирует от 9 до 12 м, высота деревьев от 8 до 12 м. Сомкнутость крон более 60 % (таблица).

При проведении инвентаризации существующих ЗЛН Петровского городского округа установили основной ассортимент пород деревьев: доминирующие виды – абрикос обыкно-

венный (*Prúnus armeníaca*), акация белая (Робиния ложноакациевая) (*Robinia pseudoacacia*), вяз мелколистный (карагач) (*Ulmus parvifolia*), дуб черешчатый (*Quercus robur*), клен остролистный (*Acer platanoides*), сопутствующие виды – гледичия трехколючковая (*Gleditsia triacanthos*), алыча растопыренная (*Prunus divaricata*), груша лесная (*Pýrus commúnis subsp.*), ясень обыкновенный (*Fráxinus excélsior*).

Таблица – Характеристика основных модификаций лесополос Петровского городского округа (2018–2019 гг.)

№ п/п	Разновидности лесополос с основным породным составом деревьев	Возраст деревьев, лет	Ширина ЗЛН, м	Высота ЗЛН (по наиболее высокому виду), м	Сомкнутость крон и тип конструкции ЗЛН, %	Санитарное состояние деревьев, балл	Класс жизнеспособности
1	Акация белая, гледичия трехколючковая, груша лесная, абрикос обыкновенный	45	9	8	70 % ажурная	1,5–2,3	II–III
2	Вяз мелколистный, дуб черешчатый, алыча растопыренная	35	10	12	60 % Ажурно-продуваемая	2,0–3,2	II–III
3	Дуб черешчатый, ясень обыкновенный, клен остролистный	35	12	12	70 ажурная	1,5–2,3	II–III

Анализ жизненного состояния деревьев ЗЛН Петровского городского округа свидетельствует об их старении. Большинство деревьев суховершинны, наблюдается интенсивный опад боковых ветвей, частичная загущенность подростом, что указывает на недостаточность работ по уходу. ЗЛН Петровского городского округа нуждаются в комплексе лесомелиоративных мероприятий по лесовосстановлению, охране и защите лесополос, направленных на повышение их устойчивости, продуктивности, природоохранных, санитарно-гигиенических и оздоровительных свойств.

Для оценки устойчивости агроландшафта Петровского городского округа рассчитывали долю защищённости пашни ЗЛН. Расчеты производили исходя из того, что площадь пашни Петровского городского округа составляет 192500 га, высота ЗЛП в среднем по району – 10 м, а протяженность защитных лесных насаждений изучаемой территории составила 1860,8 км. Оценку состояния ЗЛН Петровского городского округа Ставропольского края осуществляли на основе анализа топографических карт и орбитальных снимков, полученных со спутников, фондовых картографических материалов.

Полученный расчетный показатель доли защищённости пашни защитными лесными насаждениями составил 29,1 %, что свидетельствует о слабой защищенности пашни защитными лесными насаждениями, но близок к умеренным показателям.

Вывод. Оценка состояния ЗЛН Петровского городского округа свидетельствует об их старении, сокращении площади по сравнению с 80-ми годами прошлого века. Только четвертая часть ЗЛН находится в удовлетворительном состоянии, остальные требуют проведения рубок ухода и реконструкции. Доля защищенности пашни ЗЛН также недостаточна для поддержания устойчивого состояния сельскохозяйственных угодий Петровского городского округа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дудченко Л. В. Эколого-флористическая ситуация объектов лесомелиорации в агроландшафтах Ставропольского края / Л. В. Дудченко, Н. Г. Лапенко, В. А. Дружинин // Лесотехнический журнал. – 2017. – № 2. – С. 67–75.

2. Корчагин А. А. Полевая геоботаника / А. А. Корчагин, Е. М. Лавренко. – М.-Л. : Наука, 1964. – 530 с.

3. Селянинов Г. Т. О сельскохозяйственной оценке климата / Г. Т. Селянинов // Труды по сельскохозяйственной метеорологии. – 1928. – – Вып. 20. – С. 165–177.

4. Семендуев В. А. Методика обоснования оптимальной структуры агроландшафта / В. А. Семендуев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2011. – № 1(21). – С. 97–103.

5. Тимерьянов А. Ш. Оценка сельскохозяйственных угодий при влиянии полезащитных лесополос / А. Ш. Тимерьянов // Аграрный вестник Урала. – 2011. – № 06 (85). – С. 90–92.

6. Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств / С. К. Черепанов. – СПб., 1995. – 216 с.

7. Никулина Е. С. Роль агролесомелиорации в изменении экологических условий почвообразования и произрастания сельскохозяйственных культур / Е. С. Никулина // Современные научные исследования и инновации. – 2017. – № 5 [Электронный ресурс]. – URL : http://web.snauka.ru/issues/2017/05/82427 (дата обращения: 13.12.2019).

УДК 63.630.181

СИСТЕМЫ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА ОРОШАЕМЫХ И ОСУШЕННЫХ ЗЕМЛЯХ

Теучеж Аминет Аслановна, *кандидат биологических наук, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»,* ***Россия****, 350044, Краснодар, ул. Калинина, 13, bioeco@inbox.ru*

В статье характеризуются леса сельскохозяйственного назначения в Краснодарском крае. Мероприятия по созданию защитных лесных насаждений на орошаемых землях увязывают со сроками комплексной реконструкции, строительства и переустройства коллекторно-дренажной сети, мелиоративного улучшения земель и выполнения ремонтных работ на технических элементах оросительных систем. Система защитных лесных насаждений на орошаемых землях состоит из полезащитных, дренажных, приканальных, придорожных, приводоемных, озеленительных и рекреационных полос. Помимо этого, выделяют защитные лесные насаждения на участках лиманного орошения и культурных орошаемых пастбищах. Полезащитные лесные полосы размещают на орошаемых землях по высоким отметкам местности для максимального улучшения роста и развития агроценозов. Полезащитные лесные полосы подразделяют на основные и вспомогательные, которые располагают во взаимно-перпендикулярных направлениях. Основные лесные полосы размещают по границам полей севооборотов, поперек направления вредоносных ветров или поперек склонов крутизной более 1,5º, совмещая их с дорогами, постоянными лотками, внутрихозяйственной сетью каналов, полевых трубопроводов. На участках регулярного орошения расстояния между основными лесными полосами не должны превышать на черноземах 600, на каштановых почвах – 500 м. Расстояния между вспомогательными лесными полосами должны быть не более 2000 м. Лесные насаждения у населенных пунктов, поселков, крестьянских хозяйств, насосных станций, служб эксплуатации оросительных систем выполняют озеленительные и рекреационные функции. На откосах крупных магистральных каналов лесные насаждения создают по террасам. При необходимости их поливают с помощью дождевальных дальнеструйных установок или плавучих станций. Осушение необходимо для удаления избыточной воды из поверхностных и корнеобитаемых горизонтов почв с целью создания благоприятных условий для роста и развития агроценозов. Биологизацию технических осушительных систем проводят с помощью систем защитных лесных насаждений. Лесные полосы, совмещенные с осушителями и коллекторами (внутри полей), могут иметь ширину 6–9 м. Вдоль магистральных каналов ширину лесных полос увеличивают до 12–15 м. Между лесной полосой и откосом канала остается необлесенная берма шириной 4–6 м.

Ключевые слова: лесные насаждения, водная и ветровая эрозия, леса сельскохозяйственного назначения, агролесомелиорация, противоэрозионная, полезащитная

SYSTEMS OF PROTECTIVE FOREST PLANTATIONS ON IRRIGATED AND DRAINED LANDS

Teuchezh A. A.

The article deals with the characteristics of agricultural forests in the Krasnodar region. Measures to create protective forest plantations on irrigated lands are linked to the timing of complex reconstruction, construction and reconstruction of the collection and drainage network, land reclamation improvement and repair work on technical elements of irrigation systems. The system of protective forest plantations on ir-

rigated lands consists of the following bands: protective, drainage, channel, roadside, drive-through, landscaping and recreational. In addition, there are protective forest stands in areas of estuarine irrigation and cultural irrigated pastures. Protective forest strips are placed on irrigated lands at high terrain levels to maximize the growth and development of agrocenoses. Protective forest strips are divided into main and auxiliary, which are located in mutually perpendicular directions. The main forest strips are placed along the borders of crop rotation fields, across the direction of harmful winds or across slopes with a steepness of more than 1.5°, combining them with roads, permanent trays, an on-farm network of channels, and field pipelines. In areas of regular irrigation, the distances between the main forest strips should not exceed 600 m on chernozems and 500 m on chestnut soils. The distance between the auxiliary forest strips should not exceed 2000 m. Forest plantations in localities, settlements, farms, pumping stations, irrigation system maintenance services perform landscaping and recreational functions. On the slopes of major main canals, forest plantations are created on terraces. If necessary, they are watered using long-range sprinklers or floating stations. Drainage is a set of measures to remove excess water from the surface and root-inhabited soil horizons in order to create favorable conditions for the growth and development of agrocenoses. Biologization of technical drainage systems is carried out using systems of protective forest plantations. Forest strips combined with dehumidifiers and collectors (inside fields) can have a width of 6–9 m. Along the main channels, the width of forest strips is increased to 12–15 m. Between the forest strip and the slope of the channel, there is a non-forested berm with a width of 4-6 m.
Key words: forest plantations, water and wind erosion, agricultural forests, agroforestry, anti-erosion, water protection.

Для устойчивого развития сельского хозяйства в общей сельскохозяйственной площади доля орошаемых земель должна составлять в лесостепной зоне 1–5; в степной 5–10; сухостепной 10–20; полупустынной – более 20–25 %. Мероприятия по созданию защитных лесных насаждений (ЗЛН) на орошаемых землях увязывают со сроками комплексной реконструкции, строительства и переустройства коллекторно-дренажной сети, мелиоративного улучшения земель и выполнения ремонтных работ на технических элементах оросительных систем [12, 14]. Средний норматив облесенности орошаемых земель для России равен 4,9 % (для Центрально-Черноземного района 5; Поволжского 5; Северо-Кавказского 6: Уральского 3,5; Западно-Сибирского 6; Восточно-Сибирского 4; Дальневосточного – 3,5 %).

Система защитных лесных насаждений на орошаемых землях состоит из следующих полос: полезащитных, дренажных, приканальных, придорожных, приводоемных, озеленительных и рекреационных. Помимо этого, выделяют защитные лесные насаждения на участках лиманного орошения и культурных орошаемых пастбищах. Полезащитные лесные полосы размещают на орошаемых землях по высоким отметкам местности для максимального улучшения роста и развития агроценозов за счет биологического преобразования факторов окружающей среды: микроклиматических; эдафических; антропогенных.

Полезащитные лесные полосы подразделяют на основные и вспомогательные, которые располагают во взаимно-перпендикулярных направлениях. Основные лесные полосы размещают по границам полей севооборотов, поперек направления вредоносных ветров или поперек склонов крутизной более 1,5º, совмещая их с дорогами, постоянными лотками, внутрихозяйственной сетью каналов, полевых трубопроводов. На участках регулярного орошения расстояния между основными лесными полосами не должны превышать на черноземах 600 м, на каштановых почвах – 500 м. Расстояния между вспомогательными лесными полосами должно быть не более 2000 м.

Ширину основных лесных полос принимают равной 6–9 м в 2–3 ряда с шириной междурядий 3 м и закраек 1,5 м, вспомогательных – 3–6 м в 1–2 ряда деревьев. Лесные полосы между соседними оросителями размещают так, чтобы расстояние от концевой части крыла машины («Фрегат», «Волжанка») до первого ряда деревьев составляло 5–10 м. При использовании для поливов агрегатов ДДА-100М на их постоянных маршрутах в стыках лесных полос предусматривают промежутки шириной 60–70 м. Временные оросители нарезают таким образом, чтобы конец консоли находился от первого ряда лесной полосы на расстоянии 3–5 м.

Дренажные лесные полосы предназначены для снижения расходов дренажного стока, понижения уровня грунтовых вод на избыточно увлажненных участках, улучшения работы коллекторно-дренажной сети. Дренажные лесные полосы шириной 6–9 м располагают по

низким отметкам местности параллельно дренам на расстоянии 10–20 м от них. Вдоль открытых коллекторов лесные полосы шириной 9–12 м по возможности размещают с обеих сторон, предусматривая в них разрывы по ширине подвода дрен. На избыточно увлажненных участках высаживают плантации тополей живыми кольями по скважинам глубиной 2–3 м (размещение скважин 3 × 3 м). Приканальные лесные полосы создают для оттенения каналов, сокращения потерь воды на испарение с поверхности, защите каналов от засыпания мелкоземом и растительными остатками во время пыльных бурь, подавления сорной растительности, повышения качества воды. Вдоль каналов создают двух-, трехрядные лесные полосы на расстоянии от подошвы дамбы (откоса выемки) 3–5 м для обеспечения проходов машин и механизмов при работах, связанных с эксплуатацией [2, 4, 6].

На внутрихозяйственных каналах, лотках и трубопроводах эти расстояния уменьшают до 2–3 м. Такие насаждения должны быть продуваемой конструкции шириной 9 м. Создают их после планировки резервов с одной из сторон каналов. На межхозяйственных каналах лесные полосы шириной 6–9 м высаживают как с одной, так и с двух сторон полувыемки-полунасыпи. Внутри орошаемых земель ширина лесных полос у магистральных каналов равняется 6–9 м, а вне орошаемых земель – 15–18 м. На откосах крупных магистральных каналов лесные насаждения создают по террасам. При необходимости их поливают с помощью дождевальных дальнеструйных установок или плавучих станций.

Придорожные лесные полосы с одной стороны дороги или с двух сторон (аллейные насаждения) создают из 1–2 рядов для защиты полотна от заноса снегом или мелкоземом при одновременном выполнении функций полезащитных лесных полос. Приводоемные лесные полосы предназначены для сокращения испарения с водной поверхности, санитарной охраны водных объектов, повышения качества воды. Эти насаждения создают из 2–3 полос: берегоукрепительной из 3–5 рядов кустарников ив; оттеняюще-дренажной из 2–3 рядов тополей, санитарно-гигиенической из 3–5 рядов робинии, ясеней и других пород [1, 3, 5].

Лесные насаждения у населенных пунктов, поселков, крестьянских хозяйств, насосных станций, служб эксплуатации оросительных систем выполняют озеленительные и рекреационные функции. Осушение – это комплекс мероприятий для удаления избыточной воды из поверхностных и корнеобитаемых горизонтов почв с целью создания благоприятных условий для роста и развития агроценозов.

Биологизацию технических осушительных систем проводят с помощью систем защитных лесных насаждений. Средний норматив облесенности осушенных земель равен 3,4 % (в Северном районе 3 %, Северо-Западном 3, Центральном 4, Волго-Вятском 5, Западно-Сибирском 3,5, Восточно-Сибирском 3, Дальневосточном 2,5, Калининградской области 3 %). Размещение полезащитных лесных полос (ажурной конструкции) на осушенных землях проводят по границам полей, их сочетают с ограждающей, регулирующей, проводящей и дорожной сетью. Расстояние между основными полезащитными лесными полосами изменяются от 400 до 600 м, между вспомогательными – 1000–1500 м. Ширину полезащитных лесных полос принимают равной 9–12 м, расстояния между рядами 3 м, в рядах 1,5–2 м, ширина закраек 1,5 [8].

На полях с закрытой дренажной сетью при двухстороннем подводе дрен к коллекторам лесные полосы размещают посередине меж коллекторных участков; при одностороннем подводе дрен насаждения высаживают вдоль коллекторов (ширина лесных полос 6–9 м). Лесные полосы размещают на расстоянии от коллекторов не менее 20 м. Глубина закладки дрен 1,2 м и более, а также их засыпка шлаком предупреждает проникновение корней в дрены. Лесные полосы, совмещенные с осушителями и коллекторами (внутри полей), могут иметь ширину 6–9 м. Вдоль магистральных каналов ширину лесных полос увеличивают до 12–15 м. Между лесной полосой и откосом канала остается не облесенная берма шириной 4–6 м [7].

ЛИТЕРАТУРА

1. Белюченко И. С. Сложный компост и рекультивация чернозема обыкновенного в системе агроландшафта / И. С. Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2018. – Т. 14. – № 2. – С. 82–89.

2. Белюченко И. С. Совмещенные посевы в севообороте агроландшафта : монография / И. С. Белюченко. – Краснодар, 2016. – 262 с.
3. Белюченко И. С. Биология развития и интродукция многолетних злаков в южных районах СНГ : монография / И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – 443 с.
4. Белюченко И. С. Особенности развития совмещенных посевов в системе агроландшафта : монография / И. С. Белюченко. – Краснодар : Изд-во КубГАУ. – 2017. – 349 с.
5. Теучеж А. А. Роль фосфора в развитии живых организмов / А. А. Теучеж // Эколог. Вестник Сев. Кавказа. – 2018. – Т. 14. – № 1. – С. 50–53.
6. Теучеж А. А. Химический состав различных видов навоза / А. А. Теучеж // Эколог. Вестник Сев. Кавказа. – 2018. – Т. 14. – № 1. – С. 54–58.
7. Теучеж А. А. История создания лесозащитных полос в Краснодарском крае и их состояние / А. А. Теучеж, И. С. Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2019. – Т. 15. – № 3. С. 37 –41.
8. Теучеж А. А. Содержание подвижного фосфора в почвах лесополос. / А. А. Теучеж // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2019. – Т. 15. – № 4. – С. 23–28.

УДК 630.232

ЛЕСНЫЕ КУЛЬТУРЫ ВТОРОГО ПРИЕМА ЗЕЛЕНОЙ ЗОНЫ ГОРОДА НУР-СУЛТАН НА УСЛОВНО ЛЕСОПРИГОДНЫХ ПОЧВАХ

Обезинская Эвелина Васильевна, *кандидат сельскохозяйственных наук, Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина»,* ***Республика Казахстан****, г. Щучинск, evelina.51@mail.ru*
Эбель Андрей Владимирович, *кандидат сельскохозяйственных наук, Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина»,* ***Республика Казахстан****, г. Щучинск, Ebel.67@mail.ru*
Дудина Наталья Николаевна, *Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина»,* ***Республика Казахстан****, г .Щучинск, evelina.51@mail.ru*

Опытные лесные культуры созданы на территории Кызылжарского лесничества РГП «Жасыл Аймак» в 2009 г. на темно-каштановых условно лесопригодных почвах. Это культуры второго приема, высаженные в межкулисных пространствах шириной 24 м. Исследования по изучению состояния опытных лесных культур показали, что перспективным является создание искусственных насаждений на условно лесопригодных почвах в два этапа (приема). Кулисы первого приема из быстрорастущих, адаптированных к местным условиям древесно-кустарниковых пород выполняют защитную роль и являются накопителями влаги культур второго приема.
Ключевые слова: лесные культуры, условно-лесопригодные почвы, сохранность, состояние, кулисы, межкулисные пространства.

FOREST CULTURES OF THE SECOND STAGE OF THE NUR-SULTAN GREEN ZONE ON CONVENTIONALLY SUITABLE FOREST GROWING SOILS

Obezinskaya E. V., Ebel A. B., Dudina H. H.

Experimental forest cultures were created on the territory of the Kyzylzhar forestry of RSE "ZhasylAimak" in 2009 on dark chestnut conventionally suitable forest growing soils. These are cultures of second stage were created in spaces between the coulisse wide of 24 m. Studies on the condition of experimental forest cultures have shown that it is promising to create artificial plantings on conventionally suitable forest growing soils in two stages. The coulisses of the first stage from fast-growing adapted to local conditions of tree and shrub species perform a protective role and are moisture accumulators of cultures of the second stage.
Keywords: forest cultures, conventionally suitable forest growing soils, safety, condition, coulisses, spaces between the coulisse.

Зеленые насаждения вокруг столицы создаются с целью защиты города от ветров, формирования благоприятного климата для населения столицы. Сложность их создания связана с резко континентальным климатом, тяжелыми почвенными условиями. Разнообразие форм

рельефа оказывает существенное влияние на формирование типов и разностей почв и обуславливает высокую комплексность почвенного покрова [1, 2].

Различают следующие градации лесопригодности почв сухостепной зоны:

1. Лесопригодные почвы – почвенные разности без признаков солонцеватости. На этих почвах возможно создание вполне устойчивых и жизнеспособных насаждений при обычном подборе пород и способах выращивания.

2. Ограниченно лесопригодные почвы – почвенные разности с наличием солонцов до 10 %. На этих почвах требуется специальный подбор пород и применение высокой агротехники.

3. Условно лесопригодные почвы – почвенные разности с наличием солонцов до 25 %. На этих почвах возможность выращивания насаждений ограничена очень небольшим набором наиболее солевыносливых пород.

4. Почвы пониженной лесопригодности. Эти почвы пригодны для выращивания солеустойчивых кустарников. На этих почвах даже наиболее солевыносливые древесные породы могут усыхать через 5–7 лет после посадки.

5. Нелесопригдные почвы – почвенные разности с выщелоченными соленосными горизонтами или содержащие водорастворимые соли в верхнем метровом горизонте в токсичных количествах с глубиной залегания корненепроницаемых экранов менее 1 м. Произрастание на них деревьев и кустарников невозможно или возможно только после коренной мелиорации почв.

Актуальность работ заключается в решении проблемы расширения ассортимента древесно-кустарниковых видов и совершенствовании технологии выращивания искусственных насаждений на почвах третьей группы по лесопригодности зеленого пояса столицы.

Насаждения опытных культур второго приема созданы в 2009 г. в межкулисных пространствах шириной 24 м на темно-каштановых почвах. Работы выполнялись на территории Кызылжарского лесничества РГП «Жасыл Аймак». Обработка почвы проводилась по системе 2-летнего черного пара до глубины 30–35 см [3].

Культуры первого приема созданы в 2005 году по принципу полезащитных лесных полос из лоха узколистного, акации желтой, ивы древовидной. Средняя высота кулис в период посадки из лоха узколистного составляла 1,3, акации желтой 1,1 м, ивы узколистной – 2,2 м.

По содержанию гумуса почвы характеризуются низкой лесопригодностью. Мощность гумусового горизонта не превышает 45–50 см, содержание гумуса по всему профилю очень низкое (0,13 %). Агрономическая оценка почв по запасу солей характеризуется следующими показателями: на глубине 40–140 см наблюдается скопление карбонатов. Реакция почвы в верхнем горизонте слабощелочная, вниз по горизонтам увеличивается от 7,6 до 9,9. С углублением горизонтов содержание обменного кальция снижается до 50 % (в слое 80–100 см), а магния и натрия увеличивается, что свидетельствует об ухудшении лесорастительных условий. Сильное засоление почвы начинается с глубины 40 см – содержание солей составляет 0,985–1,397 % с преобладанием сульфатов. Токсические количества ионов сульфатов для древесных культур наблюдаются с глубины 40 см – 0,612–0,933 %. Содержание хлора в верхних горизонтах составляет 0,021–0,031 %, что соответствует угнетающим количествам для древесных культур, а глубже 60 см повышается до 0,043–0,233 % и является токсическим для древесных пород.

При посадке лесных культур были высажены следующие древесные и кустарниковые породы: тополь казахстанский (*Populus nigra* L. x *P. Bolleana* Lanch.), тамарикс изящный (*Tamarix gracilis* Willc), вяз приземистый (*Ulmus pumila* L.) и вишня Бессея (*Cerasus besseyi* (Bailey) Sokolov.). При создании лесных культур была использована следующая схема посадки: расстояние между рядами 4,0 м, расстояние в ряду (шаг посадки) 0,7–1,0 м. Количество рядов лесных культур зависело от ширины межкулисного пространства. Посадка была проведена на пяти межкулисных разрывах. Смешение пород рядами и в ряду. Посадочный материал был выращен на лесном питомнике «Ак кайын». Тополь и тамарикс высаживался укорененными черенками.

Агротехнические уходы за культурами второго приема заключались в механической обработке почвы между рядами, ручной прополке в рядах с рыхлением почвы и удалением сорняков и поливе растений. Уходы проводились при появлении первых сорняков, а в дальнейшем – по мере их отрастания. Полив проводился в рядах лесных культур в первые два года после посадки. Норма полива составляла 0,01 $м^3/м^2$. В течение вегетационного периода проводилось 4 агротехнических ухода.

В 2019 г. продолжены исследования по изучению состояния десятилетних культур второго приема. При проведении исследований определялись приживаемость, сохранность, высота, прирост центрального побега, диаметр стволика на высоте 1,3 м, протяженность кроны с последующим установлением средних значений по вариантам опыта. Устанавливалось состояние растений.

Биометрические показатели и сохранность опытных культур десятилетнего возраста приведены в таблице. Сохранность тамарикса изящного, тополя казахстанского, вяза приземистого по состоянию на 2019 г. соответственно: 68,0; 67,0; 80,0 %. Средневзвешенный балл состояния культур солеустойчивого тамарикса равен 1,2, тополя и вяза – 1,6 балла. По состоянию культуры относятся к категории «здоровые».

Таблица – Состояние опытных лесных культур десятилетнего возраста на условно лесопригодных почвах

Порода	Год исследований	Сохранность, %	Показатели роста, см			Состояние, балл
			высота	протяженность кроны		
				вдоль ряда	поперек ряда	
Тамарикс изящный	2009	72,0	65,8±2,6	-	-	1,0
	2015	70,0	245,2 ±2,3	185,8±2,9	215,0±3,8	1,2
	2019	68,0	315,2 ±2,8	205,8±2,8	255,0±3,9	1,2
Тополь казахстанский	2009	85,1	74,9±2,9	-	-	1,0
	2015	72,0	270,4±8,2	180,0±7,2	210,0±2,1	1,4
	2019	67,0	340,4±9,0	202,0±7,9	240,0±2,8	1,4
Вяз приземистый	2012	97,8	135,1±2,6	37,2±2,4	40,4±2,5	1,0
	2015	85,4	220,0±2,5	160,0±2,6	220,0±3,8	1,4
	2019	80,0	260,0±2,6	185,0±2,7	252,0±4,1	1,6

Для района исследований с резко континентальным климатом помимо засоленности, почвенная влага является одним из главных факторов, лимитирующих рост и развитие растений. Микроклиматические наблюдения в течение вегетационного периода подтверждают, что условия для роста и развития древесных растений являются экстремальными. По данным исследований вегетационного периода 2012 г., температура воздуха повышалась до 42,0 ºС, а на поверхности почвы до 57 ºС, температура почвы на глубине 5 см достигла 49,0 ºС, а на глубине 10 см – 41,8 ºС. Изучение снежного покрова показало, что кулисы выполняют роль снегозадержания и влагонакопления.

ЛИТЕРАТУРА

1 Кабанова С. А. Создание зеленой зоны г. Астаны: история, современное состояние и перспективы / С. А. Кабанова, А. Н. Рахимжанов, М. А. Данченко //Лесотехнический журнал. – 2016. – Т. 6. – № 2 (22). – С. 16–22.

2. Кабанова С. А. Создание пригородных лесов вокруг города Астаны / С. А. Кабанова, М. А. Данченко, А. Н. Кабанов // Повышение эффективности лесного комплекса : Материалы II Всерос. науч.-практ. конф. – Петрозаводск : ПетрГУ, 2016. – С. 114–117.

3. Обезинская Э. В. Рекомендации по усовершенствованию способов и технологий формирования озеленительных насаждений на условно лесопригодных почвах зеленой зоны города Астаны / Э. В. Обезинская, О. С. Телегина, А. А. Бектемиров. – Астана, 2012. – 33 с.

УДК 631.4

РАЗРАСТАЮЩИЕСЯ ЛЕСОПОЛОСЫ КАК МОДЕЛИ ЭВОЛЮЦИОННОГО ИЗМЕНЕНИЯ ЧЕРНОЗЕМОВ ПОД ЛЕСОМ

Чендев Юрий Георгиевич, *доктор географических наук, ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»,* ***Россия****, г. Белгород, Chendev@bsu.edu.ru*,

Геннадиев Александр Николаевич, *доктор географических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова»,* ***Россия****, г. Москва,*

Смирнова Мария Андреевна, *кандидат географических наук, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова»,* ***Россия****, г. Москва*

На юге Среднерусской возвышенности (Губкинский район Белгородской области) изучен хронорядчерноземов выщелоченных, состоящий из фонового чернозема на лугово-степной залежи и его близко расположенных аналогов под лесной растительностью разного возраста (30 и 60 лет) в месте разрастания в сторону залежи полезащитной кленово-ясеневой лесополосы. Установлены особенности трансформации во времени черноземов под древесной растительностью благодаря развитию или стадиальным изменениям таких процессов, как текстурная дифференциация профилей, выщелачивание и окарбоначивание, подкисление и подщелачивание, гумусонакопление и дегумификация.

Ключевые слова: лесостепь, Среднерусская возвышенность, лесополосы, черноземы, почвенные хроноряды, эволюция почв.

EXTANDING SHELTERBELTS AS MODELS OF EVOLUTIONAL CHANGE OF CHERNOZEMS UNDER FOREST

Chendev Yu. G., Gennadiev A. N., Smirnova M. A.

A chronosequence of 3 Luvic Chernozems (south of the Central Russian Upland Gubkinsky district of the Belgorod oblast) closely located to each other in the meadow steppe and in the maple ash shelterbelt with 30 and 60 ages of trees is the focus of this study. We indicate the features of the time transformation of Chernozems under tree vegetation due to the development or staged changes of soil–forming processes such as texture differentiation, leaching and calcification, acidification and alkalization, humus accumulation and dehumification.

Keywords: forest–steppe, Central Russian Upland, forest belts, Chernozems, soil chronosequence, soil evolution.

На юге Среднерусской возвышенности на протяжении последних десятилетий во многих местах наблюдается увеличение лесистости – в том числе благодаря разрастанию полезащитных и противоэрозионных лесополос в сторону сенокосных и пастбищных угодий [3]. Разрастающиеся лесополосы можно использовать для выявления и анализа направленности, интенсивности и стадиальности эволюционных преобразований черноземов под лесной растительностью. Новизна такого рода исследований определяется дефицитом сведений о начальных стадиях преобразования черноземов под лесом, тогда как длительные (многовековые) эффекты данного процесса, приводящего к эволюции черноземов в серые лесные почвы, изучены более детально [1].

Объектом нашего исследования послужила широкая (30 м) многорядная кленово-ясеневая лесополоса, посаженная 60 лет назад на границе между старозалежным лугово-степным угодьем (высадка производилась на краю этого угодья) и прилегающим к нему с востока пахотным полем (рисунок 1). Участок исследования находится на юге Губкинского района Белгородской области в зоне лесостепи. Лесополоса ориентирована с юга на север, позиция в рельефе – почти ровный водораздел с небольшим уклоном к западу. При сравнении современного космоснимка с топографической картой 1981 г. выявляются зоны прироста лесополосы в сторону залежи (рисунок 1). Это послужило основанием для закладки полевого эксперимента по изучению почвенного хроноряда (термин предложен А. Н. Геннадиевым [2]) под разновозрастными лесными насаждениями и сравнения их свойств с фоновой почвой на рядом расположенной лугово-степной залежи.

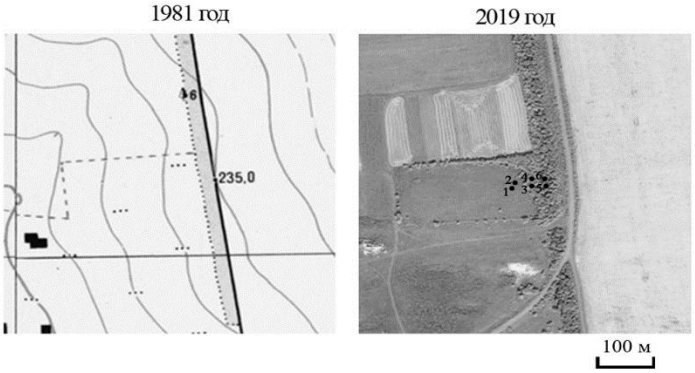


Рисунок 1 – Участок изучения черноземов в зоне разрастания лесополосы.
Слева – фрагмент крупномасштабной топографической карты 1981 г., справа – современный спутниковый снимок этой же территории с обозначением мест полевого исследования почв с номерами разрезов.

Возраст деревьев определялся путем подсчета годичных колец в кернах, экстрагированных с помощью бура Haglof и отбираемых в 3–4-кратной повторности.

В пределах каждого элемента почвенного хроноряда (на фоновом старозалежном угодье и под древесной растительностью возраста 30 и 60 лет) на удалении 10 м друг от друга закладывалось по 2 дублирующих почвенных разреза. Расстояние между сравниваемыми парами почвенных профилей составляло 30–35 м (крайние члены хроноряда удалены друг от друга на 63 м), что снижало вероятность пространственной вариабельности литологического состава почв и почвообразующих пород.

Как показали признаки почв в разрезах, главным компонентом в структуре почвенного покрова выступают черноземы выщелоченные среднемощные тяжелосуглинистые, сформированные на маломощных покровных лессовидных карбонатных суглинках, подстилаемых с глубины 1.2–1.4 м средне- и легкосуглинистыми опесчаненными породами древнеаллювиального генезиса.

На фоновом участке в разрезе 1 был исследован чернозем типичный, заметно перерытый степными землероями – слепышами, что привело к гомогенизации почвенного профиля и к высокому залеганию карбонатов (на глубинах 35–45 см). В других местах (в разрезе 2 и в кернах нескольких буровых скважин) были идентифицированы черноземы выщелоченные с близким набором морфометрических свойств. Поэтому при послойном анализе почвенных признаков в качестве фона сравнения с лесными аналогами были использованы характеристики профиля чернозема из разреза 2. В остальных случаях (под лесонасаждениями возраста 30 и 60 лет) на каждом участке рассчитывались средние характеристики парных почвенных профилей.

Как вытекает из результатов полевых исследований, на ранней стадии поселения леса на лугово-степных черноземах (десятки лет) в их профилях уже происходят заметные изменения морфологических признаков. Горизонт А1 подразделяется на два подгоризонта – $A1^{I}$ $A1^{II}$, отличающихся по структуре (верхний подгоризонт комковато–зернистый, а нижний – зернисто-комковатый с элементами угловатости) и плотности (верхний подгоризонт становится рыхлым из-за густого распространения в нем мелких корешков трав и деревьев, а нижний подгоризонт остается уплотненным). В черноземах под 30- и 60-летними древостоями направленно и достоверно возрастает мощность гумусовых горизонтов и гумусовых профилей (таблица 1). При этом прирост гумусированной части профилей происходил за счет ассимиляции верхней части горизонта В, мощность которого закономерно снижалась во времени (таблица 1). В верхней и средней частях профилей черноземов под лесом возникли признаки вертикального перемещения веществ, что привело к возникновению глянцевых пленок иллювиирования на поверхности агрегатов в горизонтах А1В, ВА1 и В. Кроме того, в почвах изученного хроноряда складываются предпосылки к понижению глубины залегания карбонатов (таблица 2).

Дополнительную информацию дали результаты анализа ряда физических, физико-химических и химических свойств почв (таблицы 3, 4).

Выявляются как направленные, так и стадиальные изменения почвообразовательных процессов. К направленным относятся: подщелачивание почвенного раствора в слое 0–20 см, рост запасов гумуса в слое 0–30 см (фон – 208 т/га; под 30-летним лесонасаждением – 221, под 60-летним лесонасаждением – 227), развитие процесса текстурной дифференциации профиля и снижение запасов ила в слое 0–20 см (фон – 932 т/га; под 30-летним лесонасаждением – 806, под 60-летним лесонасаждением – 697).

Таблица 1 – Анализ мощности генетических горизонтов (см) фонового чернозема и его аналогов, покрытых лесной растительностью в разное время

Участок почвенного хроноряда с номерами разрезов	*Горизонт*	n	Lim	$X \pm \delta_X$	δ	V, %
Старая залежь, фон. Разр. 2	*A1*	10	29–36	32.4 ± 0.7	2.37	7.3
	A1B+BA1	10	28–35	31.6 ± 0.7	2.32	7.3
	A1+A1B+BA1	10	60–68	64.0 ± 0.9	2.83	4.4
	B	10	20–38	28.9 ± 1.8	5.80	20.1
Лесонасаждение возраста 30 лет. Разр. 3, 4.	*A1*	20	33–49	40.1 ± 0.9	4.16	10.4
	A1B+BA1	20	27–40	31.4 ± 0.9	4.10	13.1
	A1+A1B+BA1	20	61–84	71.5 ± 1.5	6.60	9.2
	B	20	10–36	22.4 ± 1.8	8.13	36.3
Лесонасаждение возраста 60 лет. Разр. 5, 6.	*A1*	20	30–52	42.0 ± 1.2	5.29	12.6
	A1B+BA1	20	28–47	39.4 ± 0.9	4.19	10.6
	A1+A1B+BA1	20	77–89	81.4 ± 0.9	3.89	4.8
	B	20	8–25	17.7 ± 1.1	4.78	27.0

Таблица 2 – Статистические показатели глубины вскипания (см) фонового чернозема и его аналогов, покрытых лесной растительностью в разное время

Участок почвенного хроноряда с номерами разрезов	n	Lim	$X \pm \delta_X$	δ	V, %
Старая залежь, фон. Разр. 2	10	85–97	91.3 ± 1.4	4.27	4.7
Лесонасаждение возраста 30 лет. Разр. 3, 4.	15	72–123	94.6 ± 4.7	18.07	19.8
Лесонасаждение возраста 60 лет. Разр. 5, 6.	20	79–129	99.8 ± 3.8	17.19	17.2

К стадиальным относятся изменения процессов, характерных для более глубоких частей почвенных профилей: в слое 20–100 см – подкисление в первые 30 лет нахождения чернозема под лесом, а затем подщелачивание (таблица 3); в слое 30–100 см – первоначальная стадия дегумификации сменяется стадией гумусонакопления (таблица 3); в слое 80–120 см первоначальная стадия окарбоначивания сменяется стадией выщелачивания, а в слое 120–200 см выявляется обратная последовательность смен – сначала выщелачивание, а затем окарбоначивание (таблица 4).

Таблица 3 – Профильное распределение pH, содержания и запасов ила и гумуса в почвах изученного хроноряда

Слой, см	pH водный			Фракция ила (<0.001 мм)			Гумус		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0–10	6.6	7.1	7.3	43.5/461	30.3/338	33.6/349	7.0/72.4	6.85/76.7	8.25/85.7
10–20	6.4	6.8	6.8	41.3/471	37.1/468	30.0/348	6.0/68.4	5.55/70.3	6.05/70.5
20–30	6.7	6.3	6.7	39.6/479	35.8/492	35.3/439	5.4/65.3	5.4/74.3	5.65/70.4
30–40	6.8	6.3	6.7	38.0/486	34.6/488	34.5/443	4.4/69.1	4.45/63.1	5.1/65.6
40–60	6.8	6.4	6.9	36.1/988	35.3/994	37.2/971	3.4/93.2	3.05/85.7	4.3/112.5
60–80	6.9	6.7	7.0	34.7/1007	36.2/1016	38.1/1002	2.4/69.6	1.95/54.1	3.15/82.9
80–100	8.3	7.4	7.7	42.3/1202	36.0/1041	39.0/1042	2.0/56.8	1.15/33.0	1.7/45.6

Примечание: 1 – старозалежный участок (разр. 2); 2 – 30-летнее лесонасаждение (разр. 3, 4); 3 – 60-летнее лесонасаждение (разр. 5, 6). Для фракции ила и гумуса в числителе – содержание, %, в знаменателе – запасы, т/га.

Для уточнения выявленных изменений требуется проведение дополнительных исследований. На данном этапе можно лишь констатировать близкие к известным по другим объектам расчетные величины интенсивности протекания ряда процессов.

Таблица 4 – Послойное распределение запасов $CaCO_3$ (т/га) в почвах изученного хроноряда

Слой, см	Старая залежь, фон. Разр. 2	Лесонасаждение возраста 30 лет. Разр. 3, 4.	Лесонасаждение возраста 60 лет. Разр. 5, 6.
80–100	91	294	164
100–120	344	348	227
120–140	206	206	309
140–160	162	75	238
160–180	216	23	129
180–200	35	24	124
0–200	1054	970	1191

В случае нашего исследования средняя скорость выноса ила из слоя 0–20 см черноземов за 60 лет пребывания под лесной растительностью составила 3.9 кг/м^2 за 10 лет, тогда как сравнительный анализ черноземов под полезащитной 50-летней дубовой лесополосой с черноземами прилегающих пашен выявил среднюю интенсивность выноса ила из слоя 0–20 см, равную 3.1 кг/м^2 за 10 лет [5]. В метровой толще черноземов под лесополосами 55–летнего возраста на территории агролесомелиоративных ландшафтов Среднерусской возвышенности рассчитанные среднегодовые темпы накопления углерода гумуса находятся в пределах 0.7–1.5 т/га [4], или в пересчете на запасы гумуса – 1.0–2.1 т/га. В нашем исследовании различия между запасами гумуса в слое 0–100 см черноземов под старовозрастным лесонасаждением (среднее между разр. 5 и 6) и фоновыми черноземами (среднее между разр. 1 и 2) составили 534–447=87 т/га, что эквивалентно среднегодовому пополнению резервов гумуса в черноземе под лесополосой на 1.5 т/га.

Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ, проект № 19–17–00056.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александровский А. Л. Эволюция почв и географическая среда [Текст] / А. Л. Александровский, Е. И. Александровская. – М. : Наука, 2005. – 223 с.

2. Геннадиев А. Н. Изучение почвообразования методом хронорядов (на примере почв Приэльбрусья) [Текст] / А. Н. Геннадиев // Почвоведение. – 1978. – № 12. – С. 33–43.

3. Терехин Э. А. Оценка изменения лесистости в современный период на юге Среднерусской возвышенности с использованием материалов разновременных космических съёмок [Текст] / Э. А. Терехин, Ю. Г. Чендев // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2018. – Т. 15. – № 3. – С. 114–126.

4. Чендев Ю. Г. Накопление органического углерода в черноземах (Моллисолях) под полезащитными лесными насаждениями в России и США [Текст] / Ю. Г. Чендев, Т. Д. Соэр, А. Н. Геннадиев [и др.] // Почвоведение. – 2015. – № 1. – С. 49–60.

5. Чендев Ю. Г. Пространственная дифференциация почвенных свойств в зоне влияния полезащитных лесополос [Текст] / Ю. Г. Чендев, А. Н. Геннадиев, С. В. Лукин, Т. Д. Соэр // Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и на сопредельных территориях: материалы VIII Междунар. науч. конф. Белгород, 22–25 октября 2019 г. – Белгород : ИД «Белгород» НИУ «БелГУ», 2019. – С. 69–82.

УДК 630*11

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛЕСНЫХ ПОЛОС В БУРАЕВСКОМ РАЙОНЕ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Гиндуллина Айгуль Венеровна, *ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет»,* ***Россия, Республика Башкортостан****, г. Уфа, gindullinaai98@mail.ru*
Давлетшин Раиль Рафисович, *ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет»,* ***Россия, Республика Башкортостан****, г. Уфа, gindullinaai98@mail.ru*
Андреева Милена Борисовна, *ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет»,* ***Россия, Республика Башкортостан****, г. Уфа, gindullinaai98@mail.ru*
Тимерьянов Азат Шамилович, *кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет»,* ***Россия, Республика Башкортостан****, г. Уфа, gindullinaai98@mail.ru*

Лес влияет на окружающую среду, на микроклимат, участвует в почвообразовании, регулирует водный режим почвы и воздуха, ослабляет радиацию, формирует состав фауны и микромира. Лесные насаждения очищают воздух городов и сел от пыли и опасных газов, дыма и копоти, участвуют в шумопоглощении. Древесная растительность играет важную роль в поддержании баланса кислорода и углекислого газа.
Ключевые слова: лесные полосы, лесное хозяйство, экологическая продуктивность.

ECOLOGICAL PRODUCTIVITY OF FOREST STRIPS IN THE BURAEVSKY DISTRICT OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

Gindullina A. V., Davletshin R.R., Andreeva M.B., Timeryanov A Sh.

The forest affects the environment, the microclimate, participates in soil formation, regulates the water regime of the soil and air, weakens radiation, regulates the fauna and microcosm. Forest plantations clean the air of cities and villages from dust and dangerous gases, smoke and soot, and participate in noise absorption. Woody vegetation plays an important role in maintaining the balance of oxygen and carbon dioxide.
Keywords: forest strips, forestry, ecological productivity.

Трудно не признать большую роль леса в поддержании экологии всей природной среды. Лес представляет собой сложную экологическую систему, в которой, взаимодействуя между собой, развиваются однородная по составу и производительности растительность, комплекс животных, микроорганизмов, почвы, поддерживается однородная газовая и климатическая ситуация и устанавливается однородный по масштабу и ритму материально-энергетический обмен между всеми составляющими биогеоценоза. Лесные насаждения очищают воздух городов и сел от пыли и опасных газов, дыма и копоти, защищают жителей от шума. Деревья, особенно хвойные, выделяют вещества-фитонциды, убивающие микробов. Известно, что пыль, находящаяся в воздухе, уменьшает действие солнечных лучей и поглощает ультрафиолетовые лучи. Древесная растительность играет важную роль в выравнивании баланса кислорода и углекислого газа. Чем лучше растут леса, тем больше они выделяют кислорода и тем быстрее поглощают углекислый газ. Средневозрастные леса являются самыми производительными по выделению кислорода. Кроны лиственных деревьев поглощают более 25 % звуковой энергии. При правильном расположении и подборе деревьев они могут поглощать до 60 % шума [1, 2, 3, 5].

Общая площадь земель лесного фонда Республики Башкортостан составляет 5,74 млн га. Площадь покрытых лесной растительностью земель – 5,19 млн га, из них хвойные – 1,15 млн га. Лесистость территории Республики Башкортостан превышает 39 % [4].

Пробные площади закладывались в полезащитных лесных полосах на территории КФХ «Сахаев» Бураевского района Республики Башкортостан. Бураевский район относится к северной лесостепной зоне республики и располагается на Прибельской увалисто-волнистой равнине.

В исследуемых лесополосах были заложены две пробные площади. Первая лесная полоса имеет состав 7Б2С1ОС, вторая лесополоса 9С1Б, основные таксационные показатели насаждений указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Таксационная характеристика пробных площадей

Таксационная характеристика насаждений										Коэффициент	
№ пробной площади	Площадь, га	Состав	Возраст, лет	Тип леса, ТЛУ	Класс бонитета	Полнота	Запас, $м^3$/га	Запас сухостоя, $м^3$/га	Средний прирост по запасу, $м^3$/га в год	состава	возраста
1	16,1	7Б	70	СН,С2	2	0,7	161	0	2,30	0,7	1,0
		2С	70	СН,С2	2	0,7	46	0	0,66	0,2	1,0
		1ОС	70	СН,С2	2	0,7	23	0	0,33	0,1	1,0
2	4,2	9С	60	СН,С2	1А	0,7	252	0	4,21	0,9	0,7
		1Б	60	СН,С2	1А	0,7	29	0	0,48	0,1	1,0

В нижеприведенных таблицах расчеты экологической продуктивности даны для каждой породы отдельно [3, 6].

Таблица 2 – Экологическая продуктивность по климаторегулирующим функциям

№ пп	Состав	Экологическая продуктивность насаждений по выполняемым функциям														
		Климаторегулирующие														
		Температурный режим			Относительная влажность воздуха, %			Скорость ветра, %			Коэффициент водопоглощения			Водоочищение, %		
		К.д.	Значение	Д.о, балл	К.д.	З.п.	Д.о, балл	К.д.	З.п.	Д.о, балл	К.д.	З.п.	Д.о, балл	К.д.	З.п.	Д.о, балл
1	7Б	5	0,9	2,2	0,6	9,0	2,65	0,1	80	3,92	22	0,6	6,47	0,1	90,0	4,41
	2С	5	0,8	0,5	0,6	8,0	0,67	0,1	80	1,12	22	0,7	2,16	0,1	90,0	1,26
	1ОС	5	0,9	0,3	0,6	9,0	0,38	0,1	80	0,56	22	0,6	0,92	0,1	90,0	0,63
2	9С	5	0,8	1,7	0,6	8,0	2,12	0,1	80	3,53	22	0,7	6,79	0,1	90,0	3,97
	1Б	5	0,9	0,3	0,6	9,0	0,38	0,1	80	0,56	22	0,6	0,92	0,1	90,0	0,63

Таблица 3 – Экологическая продуктивность по санитарно-гигиеническим параметрам

№ пп	Состав	Экологическая продуктивность насаждений по выполняемым функциям										
		Санитарно-гигиенические параметры										
		Выделение кислорода т/га в год на 1 $м^3$ прироста				Депонирование углерода, т/га в год на 1 $м^3$ прироста				Ионизация воздуха, тыс. шт./$см^3$		
		К.д.	Выделяется	З.п.	Д.о, балл	К.д.	Поглощается	З.п.	Д.о, балл	К.д.	З.п.	Д.о, балл
1	7Б	0,55	0,7	1,61	0,88	0,4	1,0	2,30	0,92	0,2	2,0	0,42
	2С	0,55	0,5	0,33	0,18	0,4	0,7	0,46	0,18	0,2	3,0	0,12
	1ОС	0,55	0,6	0,20	0,11	0,4	0,8	0,26	0,11	0,2	2,0	0,04
2	9С	0,55	0,5	2,10	1,16	0,4	0,7	2,94	1,18	0,2	3,0	0,54
	1Б	0,55	0,7	0,33	0,18	0,4	1,0	0,48	0,19	0,2	2,0	0,04

Таблица 4 – Экологическая продуктивность по рекреационной пригодности

№ пп	Состав	Экологическая продуктивность насаждений по выполняемым функциям													
		Санитарно-гигиенические параметры									Рекреационная пригодность			Балл оценки по породам	Балл оценки по древостою
		Фитонцидность, кг/га в год			Фильтрация пыли и аккумуляция микроэлементов, т/га в год			Шумопоглощение, %			Класс совершенства				
		К.д.	З.п.	Д.о, балл	К.д.	З.п.	Д.о, балл	К.д.	З.п.	Д.о, балл	К.д.	З.п.	Д.о, балл		
1	7Б	0,005	250	1,25	0,1	42	4,2	0,01	80	0,56	4	2	8	35,9	59,4
	2С	0,005	450	2,25	0,1	56	5,6	0,01	80	0,16	4		0	14,2	
	1ОС	0,005	200	1,00	0,1	42	4,2	0,01	80	0,08	4		0	8,3	
2	9С	0,005	450	2,25	0,1	56	5,6	0,01	80	0,5	4	1	4	33,4	42,1
	1Б	0,005	250	1,25	0,1	42	4,2	0,01	80	0,08	4		0	8,7	

Как видно из таблицы 1, насаждение 7Б2С1Ос получает 59,4 балла, насаждение 9С1Б – 42,1. Это можно объяснить тем, что первое насаждение более разнообразное, чем второе. По-

этому оно получает больше баллов, хотя по отдельным параметрам насаждение 7Б2С1Ос уступало первому насаждению. Полученные данные будут использованы при проектировании новых защитных лесных полос.

Лесополосы поглощают углекислый газ из атмосферы, предотвращают выброс органического вещества почвы и способствуют дополнительному поглощению углекислого газа почвой за счет улучшения водного режима и улучшения почвенного дыхания [5, 6].

Таким образом, одним из реальных путей решения экологических проблем современных агроландшафтов является защитное лесоразведение как главный фактор экологической оптимизации природопользования применительно к конкретным природным условиям и приоритетам хозяйственной эксплуатации земель.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гиндуллина А. В. Рациональное природопользование лесными ресурсами на примере лиственниц / А. В. Гиндуллина, А. Ш. Тимерьянов // Достижения молодых ученых в развитии сельскохозяйственной науки и АПК : Сб. материалов VII Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, с. Соленое Займище. – 2018. – С. 165–169.

2. Гиндуллина А. В. Фитопатологическая оценка состояния лесов Республики Башкортостан / А. В. Гиндуллина // Роль аграрной науки в развитии лесного и сельского хозяйства Дальнего Востока : III национальная (Всеросс.) науч.-практ. конф., г. Уссурийск. – 2019. – С. 168–171.

3. Тимерьянов А. Ш. Пути развития лесомелиорации / А. Ш. Тимерьянов, А. А. Ахметова / Научное обеспечение АПК. Итоги и перспективы : Материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию ФГБОУ ВПО Ижевская государственная сельскохозяйственная академия. – 2013. – С. 133–135.

4. Тимерьянов А. Ш. Значение лесомелиоративных насаждений и проблемы их воспроизводства / А. Ш. Тимерьянов // Проблемы природоохранной организации ландшафтов : материалы междунар. науч.-практ. конф., посвященной 100-летию выпуска первого мелиоратора в России / от. ред. С. С. Таран. – 2013. – С. 211–212.

5. Троц В. Б. Агротехническое значение лесных насаждений / В. Б. Троц // Новейшие направления развития аграрной науки в работах молодых ученых: Сб. материалов VI междунар. науч.-практ. конф. – Краснообск, 2017. – С. 83–88.

Юнусов Д. В. Изучение рекреационного потенциала лесов на Уфимском плато Республики Башкортостан / Д. В. Юнусов, А. Ш. Тимерьянов // Аграрная наука – сельскому хозяйству : Материалы X междунар. науч.-практ. конф. в 3 книгах. – Барнаул, 2015. – С. 485–487.

УДК 625.77

ВАЖНОСТЬ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЛОС В УСЛОВИЯХ СТЕПИ НА ПРИМЕРЕ ВЯЗОВНИКОВ

Панкратов Владислав Константинович, *ТОО «КазНИИЛХА»,* ***Казахстан****, г. Щучинск, pankratov93_1993@mail.ru*

Влияние защитных лесополос известно уже на протяжении многих лет. И в период XX в. были проведены посадки лесополос для накопления почвенной влаги, снижение скорости ветра и т.д. Но со временем многие защитные лесополосы пришли в запущеннее, никакие лесохозяйственные мероприятия не проводились, тем самым повысилась ветровая эрозия почв и снизилось качество древесных насаждений. Поэтому возникает важность восстановления защитных полос и проведение уходных мероприятий для их дальнейшего сохранения.

Ключевые слова: защитные лесополосы, рубки ухода, вязовники, повышение долговечности.

THE IMPORTANCE OF RESTORING PROTECTIVE FOREST STRIPS IN STEPPE CONDITIONS ON THE EXAMPLE OF ELM TREES

Pankratov V. K.

The impact of protective forest belts has been known for many years. And in the period of the XX century. forest belts were planted to accumulate soil moisture, reduce wind speed, etc.But over time, many protective forest belts were put into neglect, no forestry measures were carried out, thus, wind erosion of the soil increased and the quality of tree plantations decreased. Therefore, it is important to restore the protective strips and carry out care measures for their further preservation.

Key words: protective forest belts, care felling, elm trees, increasing durability.

Защитное лесоразведение, выращивание защитных лесных полос по границам городов, дорог и для удержания почвенного покрова является эффективным методом по сохранению среды. Защитные лесные полосы способствуют предохранению почвы от эрозии, задержанию поверхностного стока, улучшению её водного, температурного и питательного режимов, уменьшают скорость ветра, сохраняют снег на полях, что повышает почвенное плодородие, улучшает климатические и гидрологические условия местности, ослабляя влияние засух и суховеев. По многолетним опытным данным, урожаи на полях, расположенных вблизи лесных полос, на 20–25 % выше, чем на участках в открытой степи. Наибольшую прибавку урожая под защитой лесных полос дают озимые зерновые, технические культуры, травы и корнеплоды.

Породы, выращиваемые в защитных лесных полосах, разделяют на главные и сопутствующие. Главные породы (дуб, лиственница, сосна, берёза бородавчатая, ясень зелёный и обыкновенный, тополи, белая акация и др.) обеспечивают наибольшую высоту, устойчивость и долговечность насаждения; сопутствующие (липы, клёны, вяз обыкновенный, ильм, берест, груша лесная, яблони, алыча, шелковица, граб обыкновенный и др.) – создают условия для лучшего роста и развития главных пород, обеспечивают необходимую плотность полос в верхнем ярусе, способствуют затенению почвы и защите её от сорняков. В данной статье мы рассмотрим, каким образом будут влиять полосы вязовников в условиях степи с малым количеством питательных веществ, с применение лесохозяйственных мероприятий, для повышения долговечности насаждений.

Говоря о вязовниках, можно сказать, что это устойчивая порода деревьев к сильному засолению почвы с их высокой астматической устойчивостью, также эта порода деревьев относится к быстрорастущей, что способствует получению защитных лесополос от ветровой эрозии почв в наиболее кротчайшие сроки. Для повышения устойчивости и долговечности насаждений применяются такие лесохозяйственные мероприятия, как рубки ухода.

В результате проведения рубок ухода повышается срок эффективности защитных полос, что благоприятно воздействует как на накопление почвенной влаги, так и на снижение скорости ветра в разы. При применении рубок ухода повышается степень защищенности насаждений от пожаров и улучшается качество древесины.

На примере кулисной посадки вязовников в зелёной зоне города Нур-Султан рассмотрим эффективность применения лесохозяйственных мероприятий (рубок ухода) как одного из методов повышения долговечности насаждений. Посадки имеют возраст 20 лет при средней высоте 5 м. В 2013 г. в них были заложены пробные площади и проведены рубки ухода. В результате наблюдения за период пять лет была определена сохранность насаждений, что отражено на рисунках 1–2.

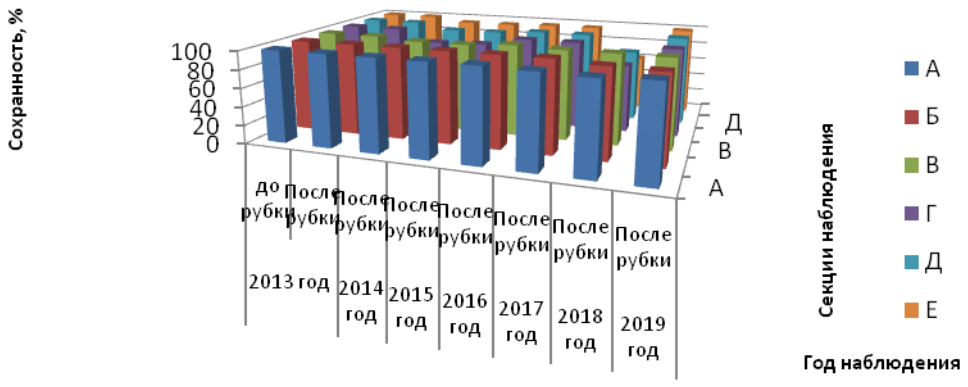


Рисунок 1 – Сохранность вязовых насаждений за период 5 лет (ПП-1)

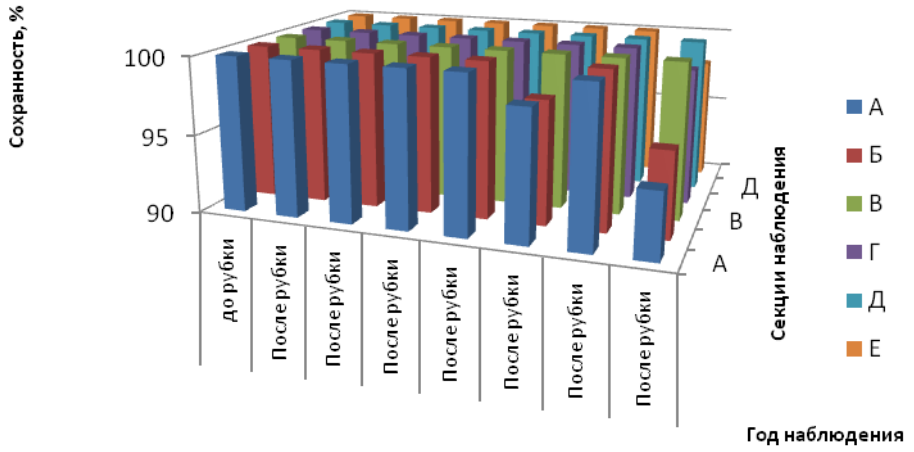


Рисунок 2 – Сохранность вязовых насаждений за период 5 лет (ПП-2)

На рисунках показаны две пробные площади по шесть секций, при этом в каждой исследуемой секции в разном процентном соотношении были проведены рубки ухода. Секция А в обоих случаях была взята за контрольную секцию. В секциях Б процент вырубки деревьев, по количеству стволов, составил для вязовых насаждений 14 %. В секциях В на двух опытных участках вязовые насаждения вырубили на 21 % от общего количества. На секциях Г была проведена рубка ухода с процентом вырубки 39 %. В результате проведения рубок ухода на местах срубленных деревьев появляется поросль, которая в некоторых случаях достигает 3 м и более (рисунки 3–4).

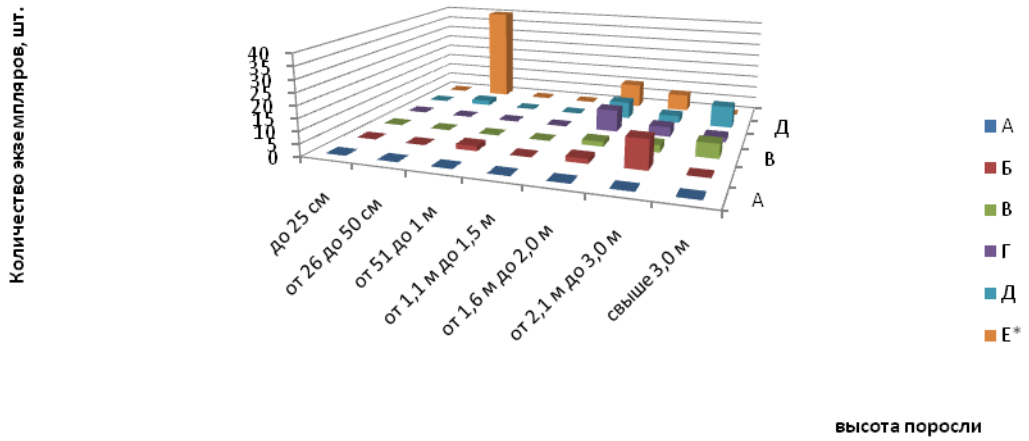


Рисунок 3 – Распределение общего количества поросли вяза приземистого по группам высот в зависимости от интенсивности изреживания в искусственных вязово-кленовых насаждениях ПП-1

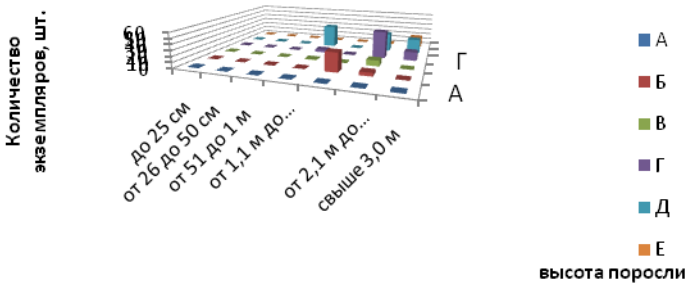


Рисунок 4 – Распределение общего количества поросли вяза приземистого по группам высот в зависимости от интенсивности изреживания в искусственных вязово-кленовых насаждениях ПП-2

На данных рисунках видно, что в зависимости от процента рубки ухода изменяется и количество поросли вяза. При низкой интенсивности рубок наблюдается поросль не выше двух метров, с увеличение процента вырубаемых деревьев уже наблюдается поросль свыше 3 м. В результате проведённых мероприятий можно сказать, что качество защищённости от ветров будет поддерживаться своевременными лесохозяйственными мероприятиями в полезащитных лесополосах. По результатам наблюдения видно, что процесс возобновления и обновления при рубках ухода происходит незамедлительно, что является гарантом повышенной долговечности полезащитных лесополос и сохранит урожайность полей не на один десяток лет.

ЛИТЕРАТУРА

Каргов В. А. Лесные полосы и увлажнение полей / В. А. Каргов. – М. : Лесн. пром-сть, 1971. – 120 с.

УДК 911.2:581.9

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ЛЕСОПОЛОС

Ликутов Евгений Юрьевич, *кандидат географических наук, член-корреспондент Российской экологической академии, профессор Российской Академии Естествознания,* ***Россия****, г. Калуга, likutov.evgenij@gmail.com*

В ходе геоморфологических исследований и с учётом предшествующих результатов изучения продуктивности различных растительных сообществ устанавливаются следующие экологические функции лесополос как участков полей между ними: 1) создание микроклиматических природных условий лесов, прежде всего режимов тепла, влаги, ветров; 2) повышенная как у лесов, способность к саморегуляции и самоорганизации систем полевых культур, проявляющихся в повышении устойчивости культур, иммунитета и повышения урожайности в 2,5–3 раза по сравнению с открытыми участками (без лесополос). Охарактеризованы механизмы действия установленных экологических функций лесополос.

Ключевые слова: лесополосы, экологические функции, микроклимат.

ECOLOGICAL FUNCTIONS of FOREST BELTS

Likutov Ye. Yu.

In the course of independent geomorphological research and taking into account the previous results of the study of productivity of different plant communities the following ecological functions of forest belts are stated: imparting the areas of fields between them: 1) external microclimatic natural conditions of forests, first of all: the regimes of warmth, humidity, winds; 2) higher, like those of the forests, abilities to self-regulation and self-organization of the systems of field crops, the abilities that indicate themselves, in particular, in higher stability of the growth, the level of immunity and stated earlier raising of crop capacity to 2.5–3 times comparing to that of the open fields (without forest belts). The mechanism of action of the stated ecological functions of forest belts is characterized.

Key words: forest belts, plant, microclimatic external natural conditions, systems, changes, unnoticed.

При полевых наблюдениях в лесостепи и в районах возделывания сельскохозяйственных культур мы заметили (как в тёплые, так и в холодные периоды года) разницу состояний природных условий на открытых участках, с одной стороны, и на опушках лесов и на полях

между лесополосами – с другой. На опушках лесов и между лесополосами отмечается увеличение температуры воздуха, ослабление ветра (до штиля) по сравнению с этими условиями на открытых участках. Кроме того, на открытых участках наблюдается угнетённость, а иногда и гибель растений из-за уменьшения влажности воздуха под действием сильных ветров, приносящих сухой воздух. Таковы, в частности, зимние суховеи на Дальнем Востоке, вызывающие необходимость прикапывания на зиму плодовых деревьев и кустарников, вплоть до, казалось бы, приспособленной к любым состояниям климата малины.

Изучение литературных первоисточников подтвердило результаты полевых наблюдений: специальными исследованиями установлено увеличение урожайности сельскохозяйственных культур на опушках лесов в 2,5–3 раза [1, 2]. Поэтому становится очевидным участие лесов в изменениях природных условий на участках, благоприятных для сельскохозяйственного освоения. Лесные массивы и, что особенно важно в практическом отношении, лесополосы, обеспечивают улучшение природных условий произрастания полевых сельскохозяйственных культур и вследствие этого увеличение урожайности, т. к. лесополосы выполняют определённые экологические функции.

1.Придание участкам полей между лесополосами микроклиматических условий лесов, прежде всего режимов тепла, влаги, ветров. Механизм действия этой функции основывается на изменениях растительных условий от лесных к полевым (степным) основанных на закономерностях трансформации воздушных масс. Растительные условия меняются быстро. Трансформация воздушных масс происходит медленно, вне зависимости от локальных изменений внешних условий, в данном случае – растительных. Учитывая доминирующую климатообразующую роль лесов над растительностью открытых (степных) участков, наличие лесополос обеспечивает существование присущих им микроклиматических условий и на открытых участках. Воздушные массы в их пределах – от одной лесополосы к другой – просто не успевают трансформироваться, как входят в очередную лесополосу.

2. Придание участкам полей между лесополосами повышенных способностей к саморегуляции и самоорганизации, присущих лесам.

Лесные растительные сообщества обладают более высокими, нежели у полевых (степных), способностями к саморазвитию (самовосстановлению), саморегуляции, самоорганизации на следующих основаниях. Они представлены (растениями лесообразователями – многолетними растениями, отличающимися устойчивым воспроизводством не только видов растений, но и свойств отдельных древесных пород. Его обеспечивают деревья – в силу своих размеров, строения, физических и химических свойств, определённой частоты произрастания. Степные (полевые) растительные сообщества более изменчивы и менее устойчивы в видовом составе и продуктивности, т. к. более сильно зависимы от изменений внешних условий произрастания, в частности – от климатических и микроклиматических, а полевые – и от антропогенных (видового состава возделываемых культур, технологий обработки почв и качества их применения). Вследствие этого и относительно небольших размеров открытых участков между лесополосами (относительно размеров открытых полей) лесные растительные сообщества обеспечивают полевым растительным сообществам более высокий иммунитет к внешним воздействиям, в частности, к перепадам температур (особенно в периоды заморозков) и к зимним ветрам-суховеям. На этом основании достигается более высокая урожайность сельскохозяйственных культур вблизи лесных массивов [1, 2], упомянутая в начале данной работы.

Экологические функции лесополос, как и любые другие свойства природных систем, как и сами природные системы, нуждаются в дальнейших исследованиях. Именно исследования и их результаты позволят разрешить множество стратегических проблем – от становления рационального природопользования до сохранения экологических условий на Земле в целом, и тем более локальных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зархина Е. С. Адаптивное землепользование: понятия, истоки, принципы / Е. С. Зархина, В. П. Каракин. – Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1986. – 24 с.

2. Зархина Е. С. Звезда в траве: природа, люди, идеи: маленькие рассказы о Дальнем Востоке / Е. С. Зархина – Хабаровск : Хабаровское книжное издательство, 1990 – 252 с.

СЕКЦИЯ 4. ДИСПЕРСНОСТЬ ОТХОДОВ И ФОРМИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ КОМПОСТОВ

УДК 504.06:628.4

ОПЫТ ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ОБРАЩЕНИЯ С ТВЕРДЫМИ БЫТОВЫМИ ОТХОДАМИ ПОСРЕДСТВОМ РЕКУЛЬТИВАЦИИ СВАЛОК И ПОЛИГОНОВ

Вербицкий Артем Юрьевич, *ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»,* ***Россия****, г. Краснодар, bioeco@inbox.ru*

Пестунова Светлана Анатольевна, *кандидат химических наук, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»,* ***Россия****, г. Краснодар, bioeco@inbox.ru*

Утилизация отходов производства и потребления в России может быть реализована технологией комплексной переработки отходов, исключающей массовое образование новых техногенных отходов и загрязняющих факторов, что возможно при полном отказе от термоокислительных процессов утилизации полимерных и других неприродных материалов, т. е. от прямого их сжигания до золы и шлака.

Ключевые слова: комплексная переработка бытовых отходов, объединение отдельных технологических направлений, внутренние энергетические и материальные ресурсы, рекультивация свалок и полигонов.

EXPERIENCE OF PRACTICAL IMPLEMENTATION OF THE APPEAL WITH SOLID DOMESTIC WASTE THROUGH RE-CULTIVATION OF DUMP-BASES AND DISPOSALS

Verbitsky A. Yu., Pestunova S. A.

The problem of recycling production and consumption waste in Russia should be solved by the introduction of integrated waste processing, which excludes the mass formation of new The problem of recycling production and consumption waste in Russia should be solved by the introduction of integrated waste processing, which excludes the mass formation of new wastes products and polluting factors, which is possible with the complete rejection of thermo-oxidative processes for the disposal of polymer and other non-natural materials, i.e., from direct burning to ash and slag.

Key words: integrated processing of household waste, combining separate technological areas, obtaining domestic energy and material resources, reclamation of landfills and landfills.

Проблема утилизации промышленных и твердых бытовых отходов в последние годы пробрела актуальность в мировой практике, в т. ч. в России. С ее решением связан технологический и экономический рост, развитие экономики и глобальная экологическая безопасность.

По данным Минприроды в докладе «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году» объем отходов в России в 2018 г. составил более 7 млрд т.

Предлагаются новые технологии, использующие как существующее оборудование, так и разрабатываемые конструкции под новые технологические процессы, обеспечивающие переработку отходов до конечного продукта или сырья с последующей реализацией потребителем, а не захоронение их на полигоне. Принципиально новый подход требует использования различных приемов и элементов технологий из других отраслей, отказ от термоокислительных процессов утилизации полимерных и других неприродных материалов, т. е. от прямого их сжигания до золы и шлака. Использовать давно известный способ-пиролиз (термолиз) – в практике утилизации твердых коммунальных отходов (ТКО) не представлялось возможным до недавнего времени по ряду причин: неоднородность физико-химических свойств и геометрических размеров ТКО, необходимость локализации в месте переработки ТКО значительного объема доступной и дешевой тепловой энергии для нагрева отходов в процессе пиролиза (термолиза). Эти причины препятствовали созданию аппаратов пиролиза, эффек-

тивно работающих на отходах после первичной сортировки – «хвостах» ─ в их натуральном виде с малым удельным весом и очень высокой влажностью.

Для переработки отходов в России применяется: термообработка, в т. ч. сжигание ТКО; анаэробная ферментация; биотермическое аэробное компостирование; сортировка для извлечения вторичного сырья, подлежащего дальнейшей переработке; различные виды комплексной обработки (получение продукции из вторсырья и энергии), которые все равно заканчиваются вывозом каких-либо остатков на полигон: техногенных отходов и загрязняющих факторов: вторичных диоксинов, фуранов, полиароматических веществ и т. п.

Принципиально отличным в новой технологии обращения с отходами является:

– отказ от внешних заимствований ресурсов (электроэнергия, тепло, вода);

– объединение в единый производственный процесс различных технологических операций, ранее не связанных друг с другом, технологических процессов получения полезных продуктов с целью внутреннего заимствования необходимых материальных ресурсов и энергии;

– отсутствие массового образования техногенных загрязняющих веществ.

В России есть научно-производственные предприятия, которые занимаются внедрением отечественных перспективных разработок в области комплексной переработки техногенных материалов, проведением опытно-промышленных испытаний технологий и оборудования низкотемпературного термолиза органических полимерных отходов, в частности «хвостов» ТКО.

Новая технология позволяет использовать часть продуктов термолиза «хвостов» (загрязненного техуглерода, жидкого топлива) и щепы из древесных отходов и получать требуемое количество тепловой энергии и электроэнергии для полной утилизации всего объема ТКО, а также создать запас энергетических ресурсов для получения конечных полезных продуктов, а следовательно, иметь реальную экономическую эффективность при их производстве. Инновационная технология базируется на хорошо известных и изученных технологических операциях из разных отраслей (принцип технологических связок), применяемых для глубокой переработки ТКО: измельчение «хвостов» (жирных, влажных, разнородного состава, волокнистых, с большим количеством пищевых остатков), сушка измельчённых «хвостов» и термолиз, подходящих для переработки ТКО для получения различных конечных продуктов.

Для успешного осуществления всех технологических операций функциональным и экономически обоснованным оказалось использование оригинального, вновь спроектированного оборудования. Аналогов и прототипов таких оригинальных твёрдотопливных маслотрубных котлов не обнаружено. Серийное оборудование оптимизировано на КПД и экономическую эффективность. С энергетической точки зрения новая технология базируется на использовании исключительно внутренних ресурсов, отсюда вытекает жесткое требование – использовать только свое топливо. Ядром данной технологии является получение тепловой и электрической энергии на месте переработки лежалых ТКО путем использования части органической составляющей отходов в качестве источника энергии. Выделение органической составляющей для использования в качестве топлива является стержнем технологического процесса, вокруг которого построены все остальные технологические операции.

Лежалые ТКО старых свалок представляют собой массу перемешанных слипшихся отходов. Отгрузка этого конгломерата осуществляется экскаватором с бульдозерным отвалом для перемещения отходов перед погрузкой ковшом. Отходы снимаются до чистого грунта. В процессе отгрузки отбирается крупная древесина (поддоны, части мебели, оконные рамы, двери и др.) для сжигания с целью получения технологического тепла.

Оптимальным способом сушки является контактная сушка через греющую стенку туннельного типа. Конструктивно представляет собой длинную трубу с двойными стенками для циркуляции теплоносителя. По оси трубы установлена мешалка с плавающими опорами, осуществляющая ворошение массы и продвигающая ее к выходному концу. Тепловая энергия поступает от маслотрубного котла, теплоносителем является высокотемпературное масло.

Высушенные ТКО подаются в барабанный грохот, который разделяет общую массу отходов на две фракции по размеру частиц. В крупную фракцию попадают куски пластиковой тары, пленки, различных металлов, дерева, резины и др. элементов, которые не просыпаются в отверстия барабана грохота. Мелкая фракция (отсев) – органические компоненты, земля, песок, мелкие частицы и кусочки промышленных изделий и др. Крупная фракция после магнитной и электростатической сепарации поступает на измельчение для подготовки к операции термолиза. Мелкая фракция после магнитной и электростатической сепарации представляет собой восстановленный грунт и вывозится для использования в качестве обычного грунта или используется на месте для подсыпки дорог и выравнивания рельефа. Измельчение отсортированной крупной фракции 25 × 25 мм в раствор осуществляется в молотковой дробилке. Процесс термолиза – в оригинальном трубчатом спиральном реакторе. При низкотемпературном пиролизе–термолизе образуется меньше газа и больше жидких и твердых продуктов. Технический углерод получается загрязненным мелкими балластными примесями, поэтому целиком направляется на сжигание для производства тепловой энергии. Жидкое топливо загрязнено мелкодисперсным техническим углеродом, поэтому направляется на очистку. Выделение частиц технического углерода осуществляется в серийной центрифуге. На выходе получается технический углерод и осветленное печное топливо, содержащее некоторое количество воды. Отделение воды от углеводородов осуществляется разделяющим сепаратором соответствующей производительности. На выходе получается светлое печное топливо, которое годится для дизель-генераторных электростанций.

Технология рекультивации подразумевает использование оборудования, установленного на мобильных платформах. В целом сгруппированное в определенном порядке необходимое оборудование на «колесах», связанное между собой транспортирующими устройствами и перетоками тепловой и электрической энергии, является полноценным заводом по утилизации ТКО, действующим до полного очищения земельного участка.

В России создаются производства по выпуску отдельных видов специального серийного оборудования собственной разработки и линий глубокой переработки ТКО на основе внедренной технологии полной утилизации ТКО. Это позволит создать в РФ плодотворную конкуренцию среди производителей оборудования по утилизации отходов.

Представленный анализ существующего положения в России по срокам реализации плана разработки и внедрения инновационной технологии переработки ТКО, исключающей вывоз остаточных продуктов на полигоны, а также применение технологических процессов рекультивации существующих свалок и полигонов, оптимистичен. Анализ проведен в рамках УИРС, выполненной на кафедре химии КубГАУ по линии работы кружка СНО обучающихся по направлению 20.03.02 «Природообустройство и водопользование» [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. Пестунова С. А. Аспекты экологического обучения в курсах преподаваемых дисциплин на кафедре неорганической и аналитической химии / С. А. Пестунова, Е. А. Кайгородова // Проблемы современной аграрной науки : материалы междунар. заочной науч. конф. ─ Красноярск : РИЦ Красноярского гос. аграр. ун-та, 2015. – С. 198–199.

УДК 504.064. 4

ПРОБЛЕМЫ ТБО В КАРАЧАЕВО-ЧЕРКЕСИИ

Чомаева Мадина Назировна, кандидат педагогических *наук, ФГБОУ ВО «Карачаево-Черкесский государственный университет имени У. Д. Алиева»,* ***Россия, Карачаево-Черкессия****, г. Карачаевск, m.tchomaeva@yandex.ru*

Главный вопрос в отношении отходов заключается не в том, как сделать их незаметными для глаз, а в том, как научиться своевременно решать проблемы бытовых твердых отходов, не нанося вреда окружающей среде и человеку.

Ключевые слова: бытовые отходы, утилизация отходов, концентрация, размещение отходов, токсичность отходов, рекультивация полигона, сжигание мусора, контейнерные площадки, свалки.

SOLID WASTE PROBLEMS IN KARACHAY-CHERKESSIA

Comeva M. N.

The main question that arises in relation to waste is not how to make it invisible to the eye, but how to learn to solve problems with solid household waste in a timely manner, without harm to the environment and humans.

Keywords: household waste, waste disposal, concentration, waste disposal, waste toxicity, landfill remediation, garbage incineration, container sites, landfills.

В процессе развития человеческой цивилизации абсолютное количество твердых бытовых отходов из года в год постоянно увеличивается. Это связано с ростом населения, с чрезмерной концентрацией его в городах и изменением образа жизни людей. Тема данной работы была выбрана неслучайно, она актуальна не только для крупных городов - мегаполисов (для городов с большой численностью населения), но и для таких небольших, как город Черкесск, и населенные пункты Карачаево-Черкесии).

Население постоянно растет, растут доходы, а изменение структуры потребления усложняет решение проблемы утилизации отходов. Количество мусора увеличивается, т. к. возрастает потребление еды, воды и товаров длительного пользования, тогда как растущий спрос и значительная доступность стимулирует продажу товаров, даже простых в обращении, но в обязательной упаковке.

Практически вся деятельность человека связана с накоплением значительного количества различных видов отходов. Рост потребления в последние десятилетия также привел к значительному увеличению производства твердых бытовых отходов. К настоящему времени массовый поток твердых бытовых отходов, поступающих в биосферу, достиг значительных масштабов. И сегодня проблема бытовых отходов тоже является одной из важнейших проблем Карачаево-Черкесии. Состав отходов меняется, он становится более сложным вплоть до токсичности этих отходов. Но главной проблемой является не увеличение количества отходов и не повышение их токсичности, а их размещение, иначе говоря, проблема свалок.

Одной из серьезных экологических проблем республики остается проблема хранения, переработки, утилизации и обезвреживания твердых коммунальных отходов (ТКО), устранение нанесенного экологического ущерба. Количество образующихся в год отходов производства и потребления в республике, идущих на захоронение на собственных объектах и передаваемых для захоронения, составляет порядка 527 тыс. т. В республике эксплуатируется 2 полигона твердых коммунальных отходов (ТКО) в Усть-Джегутинском районе. Полигон ТКО МУП ЖКХ г. Усть-Джегута заполнен на 96,8 %, полигон ТКО ООО «Чистый город» заполнен на 16,1 %. Возить отходы с удаленных населенных пунктов на эти полигоны нерентабельно. Самые удаленные населенные пункты Зеленчукского и Урупского районов находятся на расстоянии порядка 200 км от г. Черкесска и г. Усть-Джегуты. В 10 районах республики отсутствуют полигоны ТКО. Складирование бытовых отходов осуществляется на санкционированных и несанкционированных свалках, не отвечающих санитарным и экологическим нормам [1].

Остро стоит проблема образования стихийных и несанкционированных свалок. Очевидно, что в местах стихийного скопления отходов возможно появление ингредиентов самых

высоких классов опасности и токсичности с последующей беспрепятственной их миграцией в окружающую природную среду [2]. Серьёзность и опасность стихийных свалок заключается опять-таки в их местоположении. Как правило эти свалки расположены ближе к склонам балок, оврагов, а также рядом с выходом в водоем. Опасные водорастворимые соединения и продукты распада с дождевыми и талыми водами попадают в подпочвенные воды или непосредственно в водные объекты. На схожих свалках совершаются регулярные и бессистемные возгорания, при которых характер и масштаб загрязнения атмосферы спрогнозировать и оценить не представляется возможным реально.

Самый общераспространенный способ утилизации мусора и отходов – хранение на специальных полигонах и свалках. Это не совсем эффективный способ борьбы с загрязнениями, так как свалка мусора – это подходящая среда для размножения бактерий, насекомых и грызунов. Мусор разлагается, и образуется газ метан.

Мусор и отходы сваливают в места, которые не предназначены для этих целей. Территории не огорожены, за ними не ведётся наблюдение. Мусор разлетается на другие территории, загрязняет почву, водоёмы, воздух. Свалки часто поджигают, и продукты горения загрязняют атмосферу. Поджоги свалок становятся причиной лесных пожаров. Пластик и полиэтиленовые отходы разлагаются десятки лет, из года в год территории и количество свалок увеличиваются. Они занимают площади земли, которые можно было использовать под сельскохозяйственные угодья. Почва на местах свалки теряет свои свойства, которые невозможно восстановить. Она загрязняется тяжёлыми металлами, красителями и различными химикатами.

Завершилась рекультивация полигона ТБО близ города Черкесска в рамках федерального проекта «Чистая страна». Работы проводились на протяжении двух лет. В ходе выполнения работ восстановлено 12 га земли, из которых 10 га были рекультивированы. Полигон ТБО накрыли водонепроницаемым экраном, вывели 17 скважин, которые подсоединили к дожигательной станции. Финансирование проекта проекта составило 146 млн рублей. В КЧР в сентябре 2018 г. в Прикубанском районе республики открылся первый на Северном Кавказе современный завод для хранения и сортировки ТКО. Завод соответствует современным стандартам, производительность сортировочной линии полигона составляет до 40 тыс. т в год. На объекте есть специализированная зона складирования ТБО, хозяйственная зона, инженерные сооружения и коммуникации, установлена специальная производственная линия для сортировки ТБО для последующей утилизации [3]. Это говорит о том, что несмотря на весь негатив, есть и положительные стороны данной проблемы.

С одной стороны, проблема с твердыми бытовыми проблемами в Карачаево-Черкесии не решена окончательно и, с другой стороны, слабо развита экологическая культура у населения. Так или иначе, остро встал вопрос о «кризисе свалок». Чтобы как-то решить эту проблему, люди стали придумывать различные способы утилизации отходов, например такие, как сжигание мусора, сливание отходов в водоемы, захоронение мусора и многие другие. Но любой из этих видов утилизации имеет свои несовершенства. Например, сжигая мусор, мы получаем значительный выброс диоксидов в атмосферу и несколько килограмм высокотоксичной золы, а, сливая мусор в водоканалы, мы загрязняем воду.

На основании этого мы полагаем, что самый приемлемый способ утилизации – вторичное использование, которое помогает не только уменьшать количество мусора, но и сберегать ресурсы. Чаще всего жителей мало волнуют проблемы загрязнения окружающей среды. Они выбрасывают мусор в неположенных местах, вывозят отходы в лес или просто сжигают их в не предназначенных для этого местах. Невозможно справиться с проблемой отходов только при помощи организации и расширения территорий свалок и полигонов. Свалки не могут вместить все имеющиеся объёмы мусора. Ежегодно под них отдаются огромные территории. Необходимо искать другие возможности для борьбы с отходами.

В большинстве населенных пунктов республики администрациями поселений не решены вопросы сбора и транспортировки отходов, отсутствуют контейнеры, транспорт для их вывоза. В случае наличия системы сбора ТКО количество контейнеров и периодичность их

вывоза явно недостаточны. Зачастую отсутствуют огороженные контейнерные площадки. Площадок для сбора крупногабаритного мусора вообще нет. Раздельный сбор мусора отсутствует, нет оборудования для селективного сбора отходов. Проблема утилизации промышленных отходов в республике не поставлена. Вопросами утилизации занимаются индивидуальные предприниматели и юридические лица на коммерческой основе.

В результате проведенных исследований и обобщения статистических источников можно сделать следующие выводы. Сейчас проблема бытовых отходов является одной из главнейших проблем в КЧР. Предпринимаются меры. На мой взгляд, человечеству предстоит принять еще множество решений, связанных с этой проблемой. И в ближайшем будущем ему нужно стремиться не к созданию техники, которая станет лучшим другом человека, а к созданию такого способа утилизации, при котором отходов существовать вообще не будет. Ведь искусственное легко создать, а вот естественное порой так сложно сохранить.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственный доклад «Об экологической ситуации в Карачаево-Черкесской Республике за 2017 год» – Черкесск : Управление охраны окружающей среды и водных ресурсов Карачаево-Черкесской Республики, 2018 г. – 81 с.

2. Чомаева М. Н. Проблема загрязнения окружающей среды ТБО в Карачаево-Черкесии / М. Н. Чомаева // Междунар. журнал гуманитарных и естественных наук. – Новосибирск, 2018. – № 6. – Т. 1. – С. 11–14.

3. https://davydov.in/nature/ekologicheskaya-povestka-v-karachaevo-cherkesskoj-respublike/

СЕКЦИЯ 5. РАСШИРЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ НИШ В АГРОЛАНДШАФТАХ

УДК 631. 92

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ МЕСТО ВРЕМЕННО ЕСТЕСТВЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ В ЭКОСИСТЕМАХ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Рыспеков Тилепберген Распекович, *кандидат сельскохозяйственных наук, профессор, НАО «Казахский национальный аграрный университет»*, ***Республика Казахстан***, *г. Алматы, 050010, rispekov_t@mail.ru*

В работе показан процесс выполнения экологических функций территориями, которые не испытывают антропогенной нагрузки. Поэтому на современном этапе появились новые пути оптимизации пастбищных и обрабатываемых территория, которые являются путем для самосохранения растительных сообществ в различных ландшафтах.

Ключевые слова: пастбищеоборот, севооборот, временно естественные ландшафты, экологические функции.

FUNCTIONAL PLACE OF TEMPORARILY NATURAL LANDSCAPES IN THE ECOSYSTEMS OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

Ryspekov T. R.

The work shows the process of fulfilling environmental functions by territories that are devoid of anthropogenic pressure. Therefore, at the present stage, new ways of optimizing pasture and cultivated areas have appeared. This situation – there is a way for the self-preservation of plant communities in various landscapes.

Keywords: pasture rotation, crop rotation, territories, temporarily natural landscapes

Важнейшей задачей исследования является определение характера и последовательности действий, обеспечивающих на каждом этапе адекватную оценку функционирования почвы. При этом функционирование различных территорий оценивается на основе полученных взаимосвязей относительно масштаба площади территорий. Во многих публикациях имеются данные о значительных деградированных площадях. Однако, наряду с деградированными агроландшафтами, следует учитывать функциональное место временно естественных ландшафтов. Это территории, которые в силу экономических и социальных причин оказались не в сельскохозяйственном использовании. На многих таких территориях протекает процесс саморегулирования. Саморегулирование заключается в сохранении типичного состояния экосистемы. Такое сочетание территорий характерно как для Республики Казахстан, так и для некоторых республик постсоветского пространства.

Функциональное место временно естественных ландшафтов в экосистемах Республики Казахстан следует привязывать к почвенно-климатическим зонам, распределению населенных мест, горно-рудных и других территорий. Пространственно-временное состояние экосистем и их современное сочетание в Юго-Восточной части, Южной, на севере и центре Казахстана на нынешний период мало изучены.

Для целостной оценки такой большой территории необходима информация, полученная на основе проведенных экспедиционным методом исследований о состоянии растительности и почв. Даже не целенаправленные, разрозненные полевые данные могут служить основой оценки современного состояния (мониторинга) территорий. Нами проведенные исследования позволяют дать общую картину изменения функций ландшафтов в течение 35 лет. Так, за период с 1984 по 2019 гг. выделяются деградированные в различной степени пашни и пастбища, а также ландшафты, где имеются территории, лишенные антропогенной нагрузки после 1992 г.

Цель нашей работы – оценить наличие разнообразных функциональных мест, появившихся вследствие образования временно естественных ландшафтов как территориальных экологических ниш в агроэкосистемах.

В работе [1] говорится о современном состоянии черноземов во времени, где автор проводит анализ путем сопоставления свойств почв на той или иной площади в разные промежутки времени. Для поддержания территориального экологического равновесия необходимы природные системы. Так, в работе [3] показано, что суммарный эколого-социально-экономический эффект экосистемы проявляется при соотношении 40 % преобразованных и 60 % сохраненных естественных экосистем. Ситуации с возникновением временно естественных ландшафтов улучшают соотношение преобразованных ландшафтов и сохраненных экосистем в сторону последних.

В работе [2] говорится, что традиционные агротехнологии ведут к ускоренной деградации почв. Поэтому целесообразна защита поверхности почвы растительными остатками, как в естественной природе. Предполагается вводить регенерированные почвы в систему земледелия. Залежи выполняют ландшафтно-защитные функции в структуре экологического каркаса аграрных территорий, а также выполняют роль в секвестировании атмосферного углерода, формировании экосетей, сохранении и воспроизводстве биоразнообразия [2].

Для нашей территории, где произошло уменьшение сельскохозяйственной нагрузки, такое состояние позволяет изменить структуру севооборотов на пашне и пастбищах. То есть появились условия для оптимизации свойств в агроландшафте и прилегающих к ним естественных территорий. Это оптимальные способы изменения ландшафта с целью выбора наилучшего варианта функционирования. Задачей оптимизации обычно является получение наибольшего или наименьшего количества одного или нескольких продуктов функционирования ландшафта.

На полях и пастбищах преобладание малопоедаемых, вредных и ядовитых растений, часто относят к деградации растительности на местности. Однако все они являются естественным моментом для самосохранения растительности и почв на данной территории. Поэтому при прекращении антропогенной нагрузки на этих участках оставшиеся растения представляют собой начало первой стадии восстановительных растительных сукцессий, то есть эти растения являются еще и индикаторами самосохранения ландшафта.

Разнообразие ландшафтов на большой территории позволяет применять различные коэффициенты, которые связаны с устойчивостью среды, к различным внешним воздействиям. Для этого можно взять пустынные территории, как наименее устойчивые, а черноземы обыкновенные – как наиболее устойчивые. При этом каждая из этих и остальных территорий различаются по гранулометрическому составу почв, глубине залегания на коренных породах, рельефу, степени засоления и прочее. Поэтому при учете функций временно естественных ландшафтов следует учитывать их размеры и местоположение по рельефу, гранулометрическому составу и прочее. По мере ухудшения климатических условий возрастает роль временно естественных ландшафтов. То есть чем меньше устойчивость экосистемы, тем выше роль. На данный момент наибольшие размеры временно естественные ландшафты имеют в пустынных и полупустынных зонах. В целом наблюдается такое изменение на пашнях, а также на пастбищах всех климатических зон. Наименее деградированные территории находятся в местах, удаленных от крупных населенных пунктов.

На рисунке представлена типичная схема деградации земель вокруг источника нарушений (населенные пункты, животноводческие фермы, горные разработки), а также параллельная нетипичная схема самовосстановления этих территорий или их частей. То есть параллельно функционируют объекты под антропогенной нагрузкой (А), после прекращения нагрузки (Б), длительное время саморазвивающиеся ландшафты (В).

Следует полагать, что удаленные от источника воздействия территории объекта Б после прекращения нагрузки на территории могут испытывать последствия 4 и 5-ти частей объекта: отмечаются различные экологические изменения в виде появления популяций некоторых растений или животных. Они воздействуют на удаленные от источника воздействия части объекта 6. В ситуациях с ландшафтами В мало измененные по составу растительности территории 9 влияют на восстановление 8 и 7-й частей объекта. Все три состояния одной

экосистемы сопряжены с другими территориями, где может наблюдаться каждое подобное состояние. Рисунок 1 отражает системные связи внутри ландшафтов, их трансформации и дальнейшие взаимосвязи между подобными экосистемами.

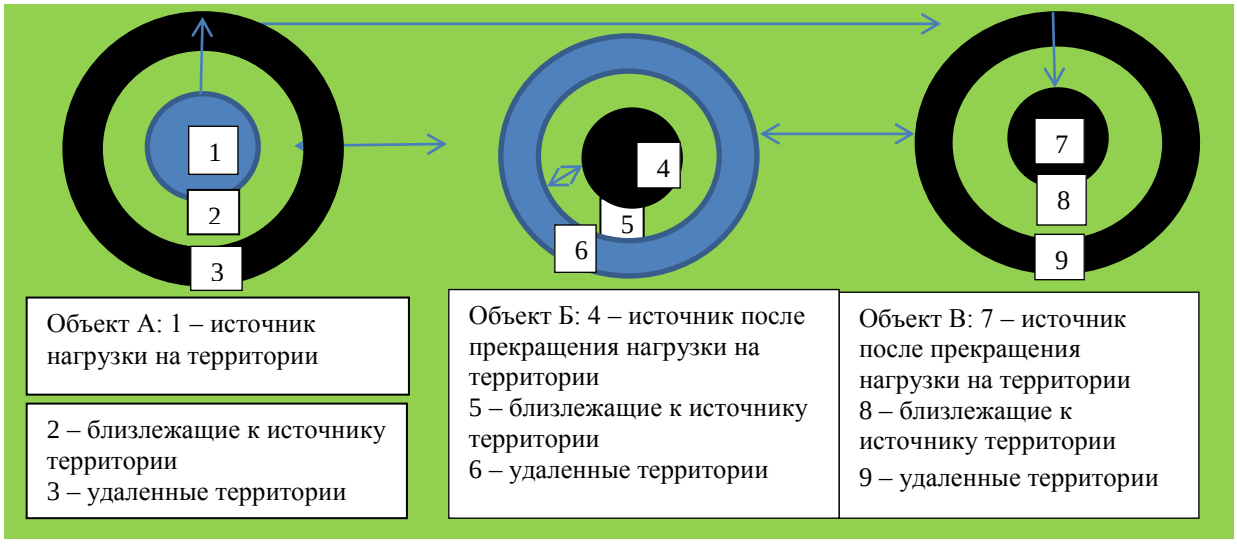


Рисунок 1 – Объекты под антропогенной нагрузкой (А),
после прекращения нагрузки (Б), длительное время саморазвивающиеся ландшафты (В)
и их взаимосвязи между сформировавшимися экосистемами А-Б-В и А-В

Экосистемы, находящиеся временно в естественных условия, сейчас стали вовлекаться в основном в производство зерновых культур и под пастбища. Эти агроценозы дают более высокие и качественные урожаи по сравнению с регулярно используемыми территориями, так как из-за увеличения массы растительного опада (мульчирование) улучшается состав микроорганизмов, агрегатный состав почвы, увеличиваются запасы влаги.

Процессы дальнейшего самовосстановления экосистем по путям Б и В ведут к улучшению состояния водных ресурсов (реки, водохранилища комплексного назначения и др.); оптимизации свойств и охраны агроландшафтов, а такие структуры совмещенных севооборотов в агроландшафте, ведущих к стабильной продуктивности полей и пастбищ.

Таким образом, функции временно естественных ландшафтов отвечают принципам рационального использования почвенных ресурсов, так как являются экологической нишей для того состава растительности и животных организмом, которые сохранились после антропогенного воздействия на этих территориях. Поэтому на фоне обрабатываемых и используемых под пастбища территорий появились не загрязняемые, восстанавливающиеся пространства, которые также пригодны для нового использования в сельском хозяйстве.

ЛИТЕРАТУРА

1 Безуглова О. С. Современное состояние черноземов Ростовской области и проблемы регионального мониторинга / О. С. Безуглова // Актуальные проблемы устойчивого развития агроэкосистем (почвенные, экологические, биоценотические аспекты) : Всерос. с междунар. участием науч. конф., посвященная 60-летию лаборатории агроэкологии Никитского ботанического сада. 7–11 октября 2019 года, Ялта. – Симферополь, 2019. – С. 16–20.

2 Голеусов П. В. Естественное воспроизводство почв в агроландшафтах: преимущества и ограничения / П. В. Голеусов, А. В. Малышев // Актуальные проблемы устойчивого развития агроэкосистем (почвенные, экологические, биоценотические аспекты) : Всерос. с междунар. участием науч. конф., посвященная 60-летию лаборатории агроэкологии Никитского ботанического сада. 7–11 октября 2019 года, Ялта. – Симферополь, 2019. – С. 219–221.

3 Реймерс Н. Ф. Природопользование : словарь-справочник / Н. Ф. Реймерс – М., 1990. – 639 с.

УДК 581.52+582

ОСОБЕННОСТИ СЕГЕТАЛЬНОЙ ФЛОРЫ АГРОФИТОЦЕНОЗОВ НЕКОТОРЫХ ПРОПАШНЫХ КУЛЬТУР

Шкуратова Наталья Валерьевна, *кандидат биологических наук, УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина»,* ***Беларусь,*** *г. Брест,* schkuratova_n@tut.by
Колесник Юлия Антоновна, *УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина»,* ***Беларусь,*** *г. Брест*

В составе сегетальной флоры агрофитоценозов трех типов (культуры ***Allium cepa, Capsicum annum,*** *Solanum lycopyersicum*) на территории д. Купятичи Пинского района Брестской области (Беларусь) выявлен 21 вид растений, относящихся к 21 роду, 9 семействам, 3 классам, 2 отделам. Преобладают двудольные покрытосеменные растения, наибольшее число видов относится к семейству *Asteraceae*. Основу ядра составляют однолетние растения. Доля заносных видов составляет 33 % от общего числа всех видов. Два вида являются инвазионными.
Ключевые слова: агрофитоценоз, сегетальная флора

FEATURES OF SEGETAL FLORA OF AGROPHYTOCENOSES SOME ROW CROPS

Shkuratova N. V., Kolesnik Y. A.

21 plant species belonging to 21 genera, 9 families, 3 classes, and 2 departments were identified in the segetal flora of agrophytocenoses of three types in the Pinsk district of the Brest region (Belarus). Dicotyledonous angiosperms predominate, the largest number of species belongs to the *Asteraceae* family. The core is based on annual plants. The share of introduced species is 33 % of the total number of all species. Two of the species are invasive.
Keywords: agrophytocenosis, segetal flora.

В составе любого агрофитоценоза представлен блок культурных растений и блок сегетальных сорняков. Блок культурных растений составляет 1–3 вида, тогда как количество сегетальных видов достигает десяти и более [2]. Сегетальные сорные растения, или агрофиты, произрастают в посевах зерновых, овощных, кормовых, масличных, прядильных культурных растений, а также кормовых трав [1]. Флористический и количественный состав сегетальной флоры агрофитоценозов находится под влиянием почвенных условий, теплового режима и обеспеченности влагой, системы удобрений, запаса семян в почве, флористического разнообразия окружающих территорий, агротехники возделывания культур, видового состава культивируемых растений и т. д. [6].

Сегетальные растения оказывают значительный ущерб культурным растениям в виде снижения полевой всхожести культурных растений, угнетения их роста и развития; способствуют распространению болезней и вредителей, вызывают затруднения ухода за культурными растениями, ухудшение качества работ в земледелии; снижают урожай и качество растениеводческой продукции [3, 7, 9, 10].

Актуальность изучения сегетальной флоры обусловлена также необходимостью выявления в ее составе адвентивных видов, в том числе наиболее злостных, которые в новых условиях не имеют сдерживающих механизмов распространения [8].

Цель исследования – мониторинг флористического состава сегетальных растений в агрофитоценозах, занятых под тремя пропашными культурами (*Allium cepa, Capsicum annum, Solanum lycopyersicum*) на территории д. Купятичи Пинского района (Беларусь).

Исследованная территория относится к ОАО «Почапово», осуществляющего смешанное сельское хозяйство. Населенный пункт расположен на правом берегу р. Ясельда. Вокруг населенного пункта располагается сеть мелиоративных каналов. Исследованная территория принадлежит к Пинскому агроклиматическому району, подзоне грабовых дубрав (широколиственно-сосновых лесов), Бугско-Полесскому лесорастительному району, Пинско-Припятскому лесному комплексу.

Сбор материала осуществляли в течение вегетационных сезонов 2018 и 2019 гг. Определение видов проводили в соответствии с «Определителем высших растений Беларуси» под редакцией В. И. Парфенова (1999) [4].

Из выявленных сегетальных растений на обследованной территории 20 видов являются представителями сосудистых покрытосеменных растений, а один вид – *Equisetum arvense* L. – представителем высших споровых растений. В таксономическом отношении ядром сегетальной флоры является двудольные покрытосеменные растения, которые насчитывают 16 видов из 7 семейств. Однодольные покрытосеменные представлены 4 видами из семейства *Poaceae*. Наибольшее число видов содержит семейство *Asteraceae* – 6 видов. Семейства *Brassicaceae* и *Poaceae* представлено 4 видами, *Amaranthaceae* – 2 видами. Из семейств *Caryophyllaceae, Geraniaceae, Urticaceae, Violaceae, Equisetaceae* выявлено по одному виду.

В биоморфологическом отношении в составе местной сегетальной флоры преобладают однолетние травы – 12 видов, из которых наиболее многочисленны однолетние летнезеленые формы – 6 видов. В группах однолетние зимнезеленые и корневищные многолетние формы представлено по 5 видов. Тремя видами представлены стержнекорневые многолетние травы и один вид является однолетние ранневесенним растением.

Оценка адвентивного компонента в составе сегетальной флоры показало преобладание в составе исследуемой сегетальной флоры фракции аборигенных видов (67 % от общего числа всех видов), распространенных в природных фитоценозах, окружающих д. Купятичи. Доля адвентивных видов составляет 33 % от общего числа всех видов. Среди выявленных видов исследуемой флоры 18 видов часто встречаются на территории всей Беларуси.

Среди всех обнаруженных видов случайными сорняками являются *Deschampsia caespitosa* (L.) Beauv., *Erophilla verna* (L.) Bess., а к категории злостных сорняков можно отнести *Barbarea vulgaris* R. Br., *Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv., *Galinsoga parviflora* Cav., *Taraxacum officinale* Wigg., *Raphanus raphanistrum* L., *Stellaria media* (L.) Vill., *Solidago canadensis* L. В том числе в составе сегетальной флоры выявлены два инвазионных вида – *Solidago canadensis* L., *Galisoga parviflora* (*Asteraceae*) [5].

Solidago canadensis L.– супернеофит, до XX в. был редок и начал массово распространятся на территории Беларуси с 1950-х гг. *Galinsoga parviflora* Cav.– неофит южноамериканского происхождения, который широко расселился на территории Беларуси со второй половины XIX в.

ЛИТЕРАТУРА

1. Котт С. А. Сорные растения и борьба с ними / С. А. Котт. – М. : Колос, 1969. – 200 с.

2. Курдюкова О. М. Найпоширеніші бур’яни: стан популяції в агрофітоценозах Степу України / О. М. Курдюкова // Карантин і захист рослин. – 2013. – № 2. – С. 9–12.

3. Мусаев Ф. А. Сорные растения в агрофитоценозах : учебное пособие / Ф. А. Мусаев, О. А. Захарова. – Рязань : РГСХА, 2014. – 200 с.

4. Определитель высших растений Беларуси / под ред. В. И. Парфенова. – Минск : Дизайн Про, 1999. – 471 с.

5. Растения-агрессоры. Инвазионные виды на территории Беларуси / Д.В. Дубовик [и др.]. – Минск : Беларуская Энцыклапедыя імя Петруся Броўкі, 2017. – 190 с.

6. Сорные растения и методы их подавления : учебное пособие / П. С. Широких [и др.]. – Новосибирск : Новосиб. гос. аграр. ун-т, 2005. – 61 с.

7. Тимощук Т. Н. Видовой состав сорных растений фитоценозов украинского Полесья / Т. Н. Тимощук, Н. В. Грицюк, А. Н. Котельницкая // Современные проблемы экспериментальной ботаники : материалы I Междунар. науч. конф. молодых учёных, г. Минск, 27–29 сент. 2017 г. / НАН Б, ГНУ «ИЭБ им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси». – Минск : Колорград, 2017. – С. 68–71.

8. Ульянова Т. Н. Адвентивные растения как источник пополнения видового состава сегетальной флоры СССР / Т. Н. Ульянова // Проблемы изучения адвентивной флоры СССР : материалы совещ., Москва, 1–3 февр. 1989 г. / МОИП ; редкол.: В. Н. Тихомиров (отв. ред.), М. С. Игнатов. – М., 1989. – С. 18–20.

9. Ульянова Т. Н. Сорные растения во флоре России и сопредельных государств / Т. Н. Ульянова. – Барнаул : Азбука, 2005. – 295 с.
10. Фисюнов А. В. Сорные растения / А. В. Фисюнов. – М. : Колос, 1984. – 320 с.

УДК 581.9.734.4

АДАПТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЛИСТА *ROSA LAXA* RETZ. (СЕМ. ROSACEAE JUSS.) В РАЗЛИЧНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Шарипова Васила Куйсиновна, *кандидат биологических наук, Институт ботаники АН РУз, г. Ташкент,* ***Узбекистан***, vasila_82@mail.ru
Рахимова Нодира Камилджановна, *кандидат биологических наук, Институт ботаники АН РУз, г. Ташкент,* ***Узбекистан***, rakhimovanodi@mail.ru

В статье приведены результаты исследования анатомической структуры листьев *Rosa laxa* в условиях двух климатических зон. В сравнительном аспекте выявлен механизм адаптации видов к аридным условиям обитания. Полученные данные свидетельствуют о том, что у растений, произрастающих в Устюрте, строении листа имеют признаки ксероморфной структуры. У растений, произрастающих в Паркенте, структура более мезоморфна.
Ключевые слова: Устюрт, Паркент, *Rosa laxa*, анатомия, адаптация, лист.

ADAPTIVE FEATURES OF A LEAF OF *ROSA LAXA* RETZ. (FAM. ROSACEAE JUSS.) IN VARIOUS ENVIRONMENTAL CONDITIONS

Sharipova V. K., Rakhimova N. K.

The article presents the results of a study of the anatomical structure of *Rosa laxa* leaves in two climatic zones. In a comparative aspect, the mechanism of species adaptation to arid habitat conditions is revealed. The data obtained indicate that plants growing in Ustyurt in the leaf structure have signs of a xeromorphic structure. Plants growing in Parkent have a more mesomorphic structure.
Key words: Ustyurt, Parkent, *Rosa laxa*, anatomy, adaptation, leaf.

Род *Rosa* – один из крупнейших в семействе Rosaceae, относится к обширному подсемейству Rosoideae, и, по современным оценкам разных авторов, род включает от 250 до 400 дикорастущих видов [1, 2, 4]. Виды рода *Rosa* распространены в умеренной и субтропической зонах северного полушария: на севере до полярного круга, на юге до северной Африки, Абиссинии, севера Аравии, южной части Ирана, Афганистана и далее на восток до Филиппинских островов и Северной Америки – до северной Мексики, отдельные виды произрастают и за полярным кругом [3].

Сравнение анатомического строения листа *Rosa laxa*, произрастающего в различных экологических условиях, показало как сходные, так и отличительные признаки. Лист амфистоматического типа, с дорсивентральным расположением тканей на поперечном срезе листовой пластинки, опушен волосками. Эпидерма однорядная, клетки ее имеют толстую внешнюю оболочку и снаружи покрыты морщинистой кутикулой. Высота клеток верхней эпидермы больше, чем клеток нижней эпидермы. Устьица слегка погруженные, аномоцитного и анизоцитного типов и преобладают на нижней стороне листа.

Мезофилл листа дорсивентральный (рисунок 1), состоит из двух-трех слоев клеток палисадной паренхимы, индекс палисадности 3–5 (таблица 1). Палисадная ассимиляционная паренхима более богата хлоропластами. Ее стенки плотно сомкнуты, сами клетки тангентально вытянуты по отношению к поверхности листа. Губчатая паренхима состоит из 4–5 слоев рыхло расположенных изодиаметрических и некоторых вытянутых радиально клеток.

Главная жилка с абаксиальной стороны выступает. В ней расположен один крупный проводящий пучок. Проводящие пучки имеют однослойную паренхимную обкладку. Медианный проводящий пучок коллатеральный, склерифицированный. Сосуды мелкие. На обеих

сторонах под эпидермой встречаются группы клеток колленхимы. С абаксиальной стороны сосуды охватывают механические ткани, сильно склерифицированные. Латеральные пучки мелкие, с малочисленными сосудами. Под обкладкой, над флоэмой и под ксилемой проводящих пучков, расположена склеренхима. Клетки обкладки выполняют водозапасающую функцию. В клетках обкладки проводящего пучка, палисадной и губчатой ткани можно обнаружить кристаллы оксалата кальция в виде призм и друз.

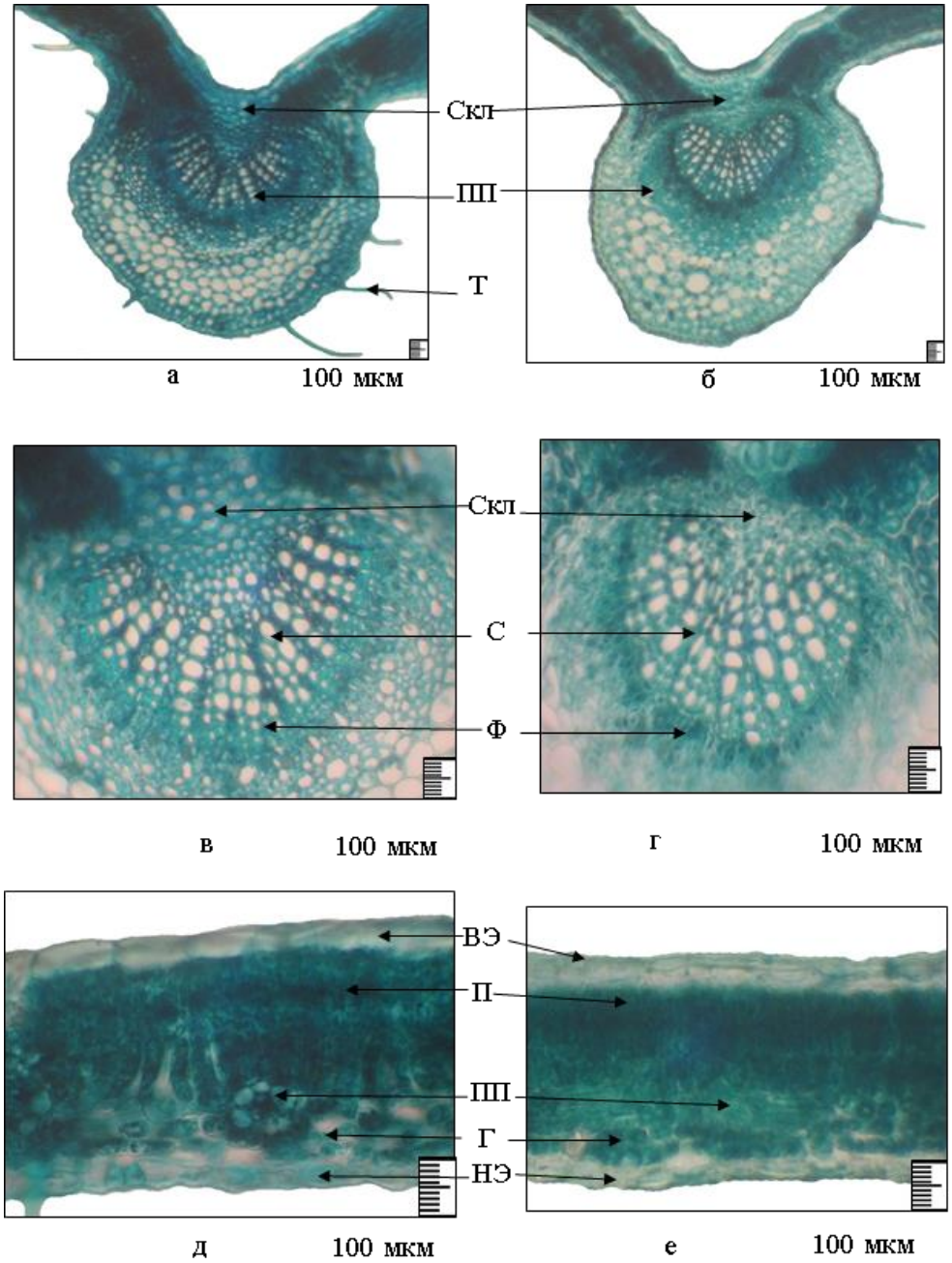


Рисунок 1 – Строение листа вида *Rosa laxa* из разных экологических условий (Паркент, Устюрт): а, в, д – Паркент; б, г, е – Устюрт. а, б – главная жилка; в, г – медианный пучок; д, е – мезофилл. Условные обозначения: ВЭ – верхняя эпидерма, Г – губчатая паренхима, НЭ – нижняя эпидерма, П – палисадная паренхима, ПП – проводящий пучок, С – сосуд, Скл – склеренхима, Т – трихома, Ф – флоэма, Э – эпидерма

Сравнительное изучение листа показало, что у данного вида в анатомическом строении имеется много общего, а различия между экотипами носят в основном количественный характер. В строении листа у исследованных образцов наряду с мезоморфными признаками

отмечены и ксероморфные черты. Усиление или ослабление того или иного признака зависит от многообразия условий обитания.

Таблица 1 – Биометрия листовой пластинки разных экотипов *Rosa laxa* (n=30)

Показатели		**Устюрт**	**Паркент**
Длина, см		3,2 ± 0,06	3,8 ± 0,07
Ширина, см		1,6 ± 0,09	2,3 ± 0,08
Толщина листа, мкм		129,6 ± 1,52	133,7 ± 1,56
Толщина наружной стенки эпидермы, мкм	Адаксиальная	6,7 ± 0,15	6,9 ± 0,12
	Абаксиальная	4,6 ± 0,18	5,2 ± 0,15
Высота эпидермы, мкм	Адаксиальная	21 ± 0,24	18,3 ± 0,21
	Абаксиальная	16,8 ± 0,34	16,2 ± 0,35
Палисадная паренхима	Высота клетки, мкм	37,5 ± 0,41	30,5 ± 0,38
	Ширина, мкм	7,8 ± 0,19	10,2 ± 0,15
	Индекс	4,8 ± 0,09	3 ± 0,08
	Ряд	2	2-3
Сосуды в главной жилке	Число сосудов	57	48
	d – сосудов, мкм	10,3 ± 0,18	14,2 ± 0,23

Растениям, произрастающим в аридных условиях Устюрта, в большей степени характерны ксероморфные признаки (толстая наружная стенка эпидермы; высокий индекс палисадности, высокие и плотно сомкнутые клетки палисадной паренхимы, полупогруженные устьица, развитие склеренхимы).

У произрастающих в более благоприятных условиях Паркента растений *Rosa laxa* отмечена большая рыхлость клеток паренхимы и крупные размеры клеток эпидермы, стенки эпидермальных клеток извилистые, число устьиц меньше, чем у растений, произрастающих в более суровых условиях Устюрта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бузунова И. О. Роза, шиповник – *Rosa* L. / И. О. Бузунова // Флора Восточной Европы / ред. Н. Н. Цвелев. – Спб., 2001. – Т. 10. – С. 329–361.

2. Бузунова И. О. Виды рода *Rosa* L. (Rosaceae) секции Cinnamomeae DC. во флоре Кавказа / И. О. Бузунова, Р. В. Камелин // Новости систематики высших растений. – 2004. – Т. 36. – С. 112-122.

3. Деревья и кустарники СССР. Дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции. Покрытосеменные. Семейства Троходендровые-Розоцветные. – М.-Л., 1954. – Т. 3.

4. Wissemann V. Conventional taxonomy of wild roses. In: A. Roberts, T. Debener, S. Gudin // Encyclopedia of *Rose* sciences. 1st ed. Elsevier Science, Oxford, UK. 2003. p. 111-117.

СЕКЦИЯ 6. МИКРОБОЦЕНОЗЫ И ФАУНА В СОСТАВЕ АГРАРНЫХ ЛАНДШАФТОВ

УДК 631.46

ВЛИЯНИЕ БИОЧАРА, ПОЛУЧЕННОГО ПРИ РАЗНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ ПИРОЛИЗА, НА ЧИСЛЕННОСТЬ АММОНИФИЦИРУЮЩИХ БАКТЕРИЙ В ЧЕРНОЗЕМЕ ОБЫКНОВЕННОМ

Погонышев Павел Дмитриевич, *Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского,* ***Россия****, Ростов-на-Дону, gaarhord@gmail.com*

Горовцов Андрей Владимирович, *кандидат биологических наук, Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского,* ***Россия****, Ростов-на-Дону*

Зинченко Владислав Владимирович, *Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского,* ***Россия****, Ростов-на-Дону*

Федоренко Елена Сергеевна, *Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского,* ***Россия****, Ростов-на-Дону*

Минкина Татьяна Михайловна, *профессор, доктор биологических наук, Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского,* ***Россия****, Ростов-на-Дону*

Бауэр Татьяна Владимировна, *кандидат биологических наук, Южный научный центр Российской академии наук,* ***Россия****, Ростов-на-Дону*

Лобзенко Илья Павлович, *Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского,* ***Россия****, Ростов-на-Дону*

В условиях модельного эксперимента исследовалось влияние биочара, полученного при температурах пиролиза 500 и 700 °С, на численность почвенных бактерий. Было установлено, что биочар, полученный при более низкой температуре, оказывает положительный эффект на численность бактерий, тогда как биочар, полученный при температуре 700 °С не оказал подобного влияния.

Ключевые слова: биочар, пиролиз, мелиорация, аммонифицирующие бактерии, секвестрация.

INFLUENCE OF A BIOCHAR WITH A DIFFERENT TYPE OF PYROLYSIS ON THE NUMBER OF AMMONIFICATION BACTERIA IN ORDINARY CHERNOZEM

Pogonyshev P. D., Gorovtsov A. V., Zinchenko V. V., Fedorenko E. S., Minkina T. M., Bauer T. V., Lobzenko I. P.

In the course of a model experiment, the effect of a biochar of pyrolysis temperature of 500 ° C and 700 ° C on the numbers of soil bacteria was studied. It was found that the biochar obtained at a temperature of 500 ° C has a positive effect on the numbers of bacteria, when the biochar pyrolyzed at a temperature of 700 °C did not have a similar effect.

Key words: biochar, pyrolysis, reclamation, ammonifying bacteria, sequestration.

Биочар представляет собой богатый углеродом продукт, получаемый путем пиролиза – термического разложения биомассы (например, растительных остатков) в среде с ограниченным содержанием кислорода. Биочар производится с целью его использования в почве как средства повышения ее продуктивности, секвестрирования углерода (С) и, возможно, фильтрации воды при ее просачивании через почву [1]. При добавлении в почву биочар может улучшить влагоудерживающую способность почвы [2, 3], изменять ее кислотно-основные свойства [4].

Наиболее важным свойством биочара является его пористая структура, что обеспечивает большой потенциал для колонизации подходящими по размеру пор почвенными микроорганизмами. В структуре биочара выделяют микро- (<2 мкм), мезо- (2–50 мкм) и макро- (>50 мкм) поры, которые могут выступать в качестве среды обитания для бактерий и грибов [5]. Это позволяет эффективно использовать биочар в качестве носителя для микроорганизмов при внесении их в почву [6]. В случае более крупных пор колонизация частиц биочара

происходит быстрее, однако крупные поры не защищают бактерии от выедания почвенной микрофауной [7].

Процесс колонизации биочара микроорганизмами зависит в первую очередь от исходной структуры и состава биочара, которые, в свою очередь, определяются исходным сырьем и условиями пиролиза. Другими факторами являются свойства почв и время контакта биочара с почвой. В настоящее время биочар широко применяется в целях повышения плодородия почв, изменения физико-механических свойств почв и ремедиации загрязненных различными поллютантами почв.

Условия получения биочара обуславливают его различные свойства и их дальнейшее изменение, оказывают существенное влияние на микроорганизмы. Температура пиролиза определяет степень дисперсности и пористости биочара, которые в дальнейшем влияют на свойства почвы и биоту. Поэтому очень важно учитывать при внесении в почву биочара степень его пиролиза и исходный материал, из которого он изготовлен.

Целью данной работы была оценка влияния биочара, полученного при разных температурах пиролиза, на биологические свойства чернозема обыкновенного.

Материалы и методы. Экспериментальные образцы биочара были получены в результате термического разложения лузги подсолнечника при температурах пиролиза 500 и 700 °С. Для этого исходное сырье загружали в стальную реторту, которую герметично закрывали крышкой с приваренным штуцером для отвода парогазов и помещали в муфельную печь, подавая в реторту азот для создания инертной атмосферы. В несколько этапов реторту нагревали с определенной скоростью подъёма температуры и выдерживали при температуре желаемого нагрева в течение 10 мин.

В качестве объекта исследования выбран верхний (0–20 см) слой чернозема обыкновенного мощного слабогумусированного тяжелосуглинистого на лессовидных суглинках. Для достижения поставленной цели был заложен модельный эксперимент по следующей схеме: контроль; почва с внесением биочара, полученного при температуре пиролиза 500°С (Биочар 500); почва с внесением биочара, изготовленного при температуре пиролиза 700°С (Биочар 700). Все варианты опыта закладывались в трехкратной повторности.

Почва помещалась в вегетационые сосуды объемом 500 мл, в количестве 465 г на горшок. Затем вносили биочар в количестве 2,5 % от массы почвы. Был произведен посев ярового ячменя *Hordeum vulgare* сорта Ратник в количестве 10 семян на горшок, ячмень был заранее пророщен. Растения выращивались в течение 1 мес. По окончании вегетации растений почва подвергалась микробиологическому анализу. Брались навески массой 10 г и готовилось разведение почвенной суспензии, разведенные суспензии высевались на питательную среду МПА. Чашки инкубировались в течение 5 сут, после чего был произведен учет выросших колоний.

Результаты и обсуждение. В результате учета колоний на чашках Петри были получены следующие данные, представленные в виде графика (рисунок 1).

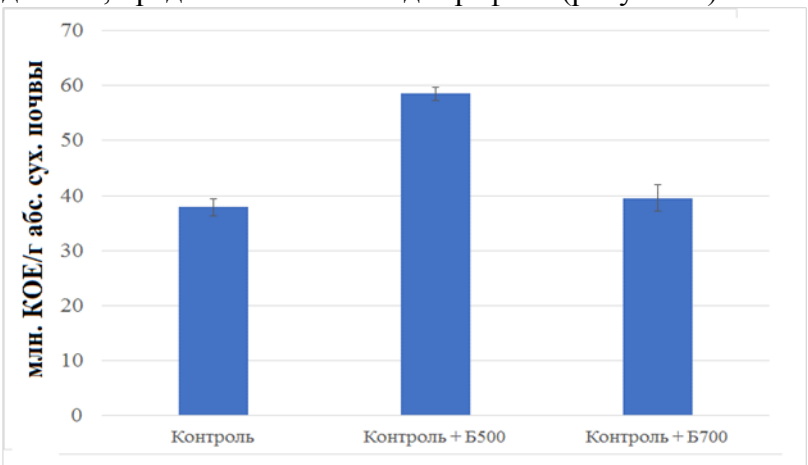


Рисунок 1 – Численность аммонифицирующих бактерий в почве при внесении биочара, полученного при разных температурах пиролиза.

Внесение биочара, полученного при разных режимах, оказало разное влияние на микробное сообщество изучаемой почвы. Биочар с более низкой температурой пиролиза оказал ярко выраженный стимулирующий эффект, тогда как при повышении температуры пиролиза до 700 °С различия с контролем были статистически недостоверными.

Процесс колонизации биочара микроорганизмами зависит в первую очередь от исходной структуры и состава биочара, которые, в свою очередь, определяются исходным сырьем и условиями пиролиза. Кроме того, в ходе пиролиза выделяется значительное количество органических веществ, часть из которых может быть токсична. Отмечается, что различные типы биочаров могут содержать свыше 140 различных летучих органических веществ, при этом их содержание в первую очередь зависит не от исходного сырья, а от условий получения. Для многих из этих веществ показано наличие токсических эффектов для растений и микроорганизмов. Кроме того, в ходе исследований Mohammad с соавторами (2013) и Zhang с соавторами (2015) установили, что площадь поверхности, зольность и pH биочаров увеличиваются при увеличении температуры пиролиза, но количество полученного сорбента при этом уменьшается. В биочарах, изготовленных при низких температурах пиролиза. преобладают алифатические и целлюлозные структуры. Данные биочары представляют собой хороший субстрат для развития микроорганизмов, которые принимают активное участие в минерализации органических веществ [8].

Вероятно, более сильное влияние биочара, полученного при температуре пиролиза 500 °С, на численность бактерий в почве по сравнению с биочаром, полученным при 700 °С, связано с комплексным действием данных факторов.

Таким образом, выявлено положительное влияние внесения биочара 500 на почвенную микробиоту, которое проявлялось в повышении численности аммонифицирующих бактерий. Внесение в почву биочара, полученного при температуре пиролиза 700 °С, не дало статистически достоверных отличий от контроля. Таким образом, для стимуляции активности почвенной микробиоты и повышения плодородия почв агроценозов рекомендуется использовать биочары после низкой температуры пиролиза.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ 19-34-60041, РФФИ 19-29-05265 мк и гранта Президента МК-2244.2020.5

ЛИТЕРАТУРА

1. Barrow C. J. Biochar: potential for countering land degradation and for improving agriculture / C. J. Barrow // Applied Geography. – 2012. – Т. 34. – С. 21–28.

2. Haider G. Biochar reduced nitrate leaching and improved soil moisture content without yield improvements in a four-year field study / G. Haider, D. Steffens, G. Moser, C. Müller, C. I. Kammann // Agric. Ecosyst. Environ. – 2017, 237, 80–94.

3. Vanclay F. Social principles for agricultural extension to assist in the promotion of natural resource management / F. Vanclay // Aust. J. Exp. Agric. – 2004, 44, 213–222.

4. Latawiec A. E. Improving land management in Brazil: A perspective from producers / A. E. Latawiec, B. B. N. Strassburg, D. Silva, H. N. Alves-Pinto, R. Feltran-Barbieri, A. Castro, A. Iribarrem, M. C. Rangel, K. A. Kalif, T. Gardner et al. // Agric. Ecosyst. Environ. – 2017, 240, 276–286.

5. Downie A. Physical properties of biochar / A. Downie, A. Crosky & Munroe P. (2009) // In Biochar for environmental management: Science and Technology, (P. 13–32).

6. Egamberdieva D. Potential effects of biochar-based microbial inoculants in agriculture / D. Egamberdieva, M. Hua, M. Reckling, S. Wirth & S. D. Bellingrath-Kimura (2018) // Environmental Sustainability, 1(1), 19–24.

7. European Commission JRC 66955 – Joint Research Center – Institute for Reference Material and Measurements / Noyce et al. (2016) // Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) factsheet – 4th Edition. Ed. Donata Lerda, 2011, 27 pp.

8. Хайдарова А. И. Влияние условий пиролиза на физико-химические свойства биочара / А. И. Хайдарова, И. Р. Ахметгараева // ББК 20, 18 М77. – С. 158.

УДК 631.4 + 579.6

РЕАКЦИЯ МИКРОБНОГО СООБЩЕСТВА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ НА РАЗЛОЖЕНИЕ ПОЖНИВНО-КОРНЕВЫХ ОСТАТКОВ

Алёшин Матвей Алексеевич, *кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д. Н. Прянишникова»,* ***Россия****, г. Пермь, Matvei0704@mail.ru*

Смолин Алексей Михайлович, *кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д. Н. Прянишникова»,* ***Россия****, г. Пермь, Alesha.smolin2010@yandex.ru*

Наиболее интенсивное разложение пожнивно-корневых остатков (ПКО) происходит на начальных этапах, сразу после заделки в почву. В процессе деструкции ПКО происходит изменение численности отдельных групп организмов микробного сообщества.

Ключевые слова: состояние микробного сообщества, разложение пожнивно-корневых остатков, дерново-подзолистая почва.

REACTION OF THE MICROBIAL COMMUNITY OF SOD-PODZOLIC SOIL TO DECOMPOSITION OF CROP-ROOT RESIDUES

Alyoshin M. A., Smolin A. M.

The most intensive decomposition of crop-root residues occurs at the initial stages, immediately after incorporation into the soil. In the process of destruction of PCO, the number of individual groups of organisms in the microbial community changes.

Keywords: state of the microbial community, decomposition of crop-root residues, sod-podzolic soil.

Состав и свойства микробоценоза дерново-подзолистых почв определяются физико-химическими свойствами почвы, промывным типом водного режима, биоклиматическими факторами и характером поступающих в неё растительных остатков [1]. Низкое содержание азота, недостаток необходимых минеральных элементов и легкодоступных органических веществ в почвах и растениях исключает развитие целого ряда требовательных к среде обитания видов и ограничивает нарастание общей численности микроорганизмов [2].

Существенным резервом пополнения органического вещества и элементов питания почвы, не требующим дополнительных затрат на производство, транспортировку и внесение, является солома зерновых и зернобобовых культур [3]. При разложении пожнивно-корневых остатков злаковых и бобовых культур происходит обогащение пахотного слоя доступными органическими соединениями, элементами минерального питания, меняются условия для обитания отдельных групп микроорганизмов в почве.

Цель исследования – оценить изменения в структуре микробного сообщества дерново-подзолистой почвы при разложении пожнивно-корневых остатков смешанных посевов.

Изучение процесса разложения пожнивно-корневых остатков (ПКО) и изменение количества групп микроорганизмов проводили в рамках лабораторного эксперимента. Схема опыта включала варианты с разным соотношением ПКО зерновой (яровая пшеница) и зернобобовой культуры (посевной горох), %: 1) пшеница 100 % (контроль); 2) пшеница 75 % + горох 25 %; 3) пшеница 50 % + горох 50 %; 4) пшеница 25 % + горох 75 %.

Общее количество корневых систем пшеницы на контрольном варианте составляло 12 шт./сосуд и рассчитывалось на основании площади сосуда и рекомендуемой посевной нормы для полевых условий. Для соблюдения соотношения ПКО пшеницы и гороха в весовом эквиваленте (12 г), использовалась пожнивная часть (солома) данных культур.

Для закладки опыта использовались сосуды, вмещающие 3 кг абсолютно сухой тяжелосуглинистой дерново-подзолистой почвы. Образцы почвы отбирали с опытного поля Пермского ГАТУ, на глубине 0–20 см после уборки яровой пшеницы сорта Екатерина.

Для оценки степени и интенсивности разложения ПКО через 30 и 60 дн после закладки производили разбор сосудов с последующим отмыванием и высушиванием растительных остатков. Для оценки направленности и интенсивности микробиологических процессов про-

водили определение численности отдельных групп микроорганизмов. Усваивающие органические формы азота микроорганизмы учитывали на мясо-пептонном агаре (МПА), усваивающие минеральные формы азота – на крахмало-аммиачном агаре (КАА), микроскопические грибы – на агаре Чапека (ЧА).

Статистическую обработку результатов проводили стандартными методами с использованием пакета программ MS Excel.

По данным ряда авторов, внесение в почву соломы приводит к существенному снижению урожайности зерновых культур в севообороте. Данный эффект прежде всего связан с процессом иммобилизации минеральных форм азота почвы и последующей его нехваткой для более полноценного питания сельскохозяйственных культур. Нивелировать депрессирующее влияние соломы и ускорить её разложение поможет использование минерального азота, включение в состав севооборотов сидеральных паров и смешанных посевов зернобобовых культур. Запашка зелёной массы, отрастающей отавы после укоса или пожнивно-корневых остатков бобовых и зернобобовых культур, приводит к обогащению пахотного слоя почвы лабильными формами органического вещества с менее широким соотношением C : N. Именно за счёт более высокого содержания в растениях из семейства бобовых азота, а также развития симбиотического ризобиального корневого аппарата в процессе вегетации, происходит эффективное разложение их зелёной массы и ПКО в почве. Данные по влиянию состава ПКО на интенсивность их разложения представлены в таблице 1.

Таблица 1. Разложение пожнивно-корневых остатков

Вариант	30 сут		60 сут	
	Доля разложившихся ПКО, %	Интенсивность разложения ПКО, мг/сут.	Доля разложившихся ПКО, %	Интенсивность разложения ПКО, мг/сут.
Пшеница 100 %	52,1	208,6	69,3	68,6
Пшеница 75 % + горох 25 %	54,9	183,0	74,8	66,4
Пшеница 50 % + горох 50 %	60,5	161,2	78,0	46,9
Пшеница 25 % + горох 75 %	52,8	105,6	75,3	45,0

После уборки смешанных посевов на зерно и зерносенаж в условиях Предуралья остаётся порядка 60–75 дн безморозного периода, что способствует интенсивному разложению ПКО в почве. В условиях лабораторного эксперимента наиболее интенсивное разложение ПКО (105,6…208,6 мг/сут.) было зафиксировано в первые 30 сут после закладки опыта. Данное явление, на наш взгляд, связано с наличием достаточного количеством минерального азота в почве до закладки опыта (64,3…75,2 мг/кг почвы) и его эффективным использованием микроорганизмами для питания в процессе разложения высокомолекулярных углеродистых соединений. Кроме этого, на начальных этапах деструкции органического вещества растительных остатков происходит минерализация низкомолекулярных, более доступных для разложения микробов соединений. В последующий период интенсивность разложения ПКО снизилась в 2,3–3,4 раза.

Наиболее активно в деструкции наиболее грубой части органического вещества растительных остатков на начальных этапах принимают микромицеты и плесневые грибы. Наряду с грибами в минерализации органических остатков активно участвуют мицелиальные прокариоты – актиномицеты. По степени их развития в почве можно судить, на какой стадии минерализации находится почвенный детрит и полуразложившиеся растительные остатки [2]. Данные по численности отдельных групп микроорганизмов в почве при разложении ПКО представлены в таблице 2.

При закладке эксперимента количество микроорганизмов усваивающих органические формы азота, составило $1,46*10^6$ КОЕ/г почвы; усваивающих минеральные формы азота – $1,62*10^6$ КОЕ/г почвы, микроскопических грибов – $2,21*10^3$ КОЕ/г почвы. Численность микроорганизмов, высеянных на МПА, в течение всего периода наблюдения изменялась в пределах десятков тысяч КОЕ/г. Численность микроорганизмов высеянных на КАА и ЧА, после 30 сут была выше на порядок.

Более высокий коэффициент минерализации (КАА/МПА), отражающий интенсивность мобилизации азота, зафиксирован на вариантах с ПКО пшеницы 100 % и пшеница 75 % + горох 25 %. На последующем этапе (60 сут) произошло резкое снижение числа микроорганиз-

мов, высеваемых на КАА, в вариантах пшеница 50 % + горох 50 % и пшеница 25 % + горох 75 % за счёт увеличения дефицита минерального азота в почве.

Таблица 2 – Численность групп микроорганизмов в дерново-подзолистой почве при разложении пожнивно-корневых остатков, КОЕ / г воздушно-сухой почвы

Вариант	30 сут				60 сут			
	МПА	КАА	ЧА	КАА МПА	МПА	КАА	ЧА	КАА МПА
Пшеница 100 %	$2,16*10^6$	$3,80*10^7$	$3,82*10^3$	17,55	$3,99*10^6$	$2,24*10^7$	$1,09*10^4$	5,60
Пшеница 75 % + горох 25 %	$2,24*10^6$	$3,47*10^7$	$7,06*10^4$	15,52	$4,95*10^6$	$2,42*10^7$	$5,29*10^3$	4,91
Пшеница 50 % + горох 50 %	$3,79*10^6$	$3,41*10^7$	$4,12*10^4$	9,00	$4,98*10^6$	$3,25*10^6$	$1,05*10^4$	0,65
Пшеница 25 % + горох 75 %	$5,27*10^6$	$3,53*10^7$	$2,68*10^4$	6,69	$5,41*10^6$	$4,96*10^3$	$2,49*10^4$	<0,01

ЛИТЕРАТУРА

1. Мосина Л. В. Экологическая оценка влияния органических и минеральных удобрений на микрофлору дерново-подзолистой почвы и продуктивность агроценозов в экстремальных погодных условиях / Л. В. Мосина, Г. Е. Мёрзлая // Известия ТСХА. – 2013. – Вып. 5. – С. 5–18.
2. Ковалевская Н. П. Особенности микробоценоза дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы при длительном применении минеральных и органических удобрений / Н. П. Ковалевская, Н. Е. Завьялова, Д. Ю. Шаравин, М. Т. Васбиева // Проблемы агрохимии и экологии. – 2018. – № 2. – С. 24–28.
3. Пегова Н. А. Влияние систем основной обработки дерново-подзолистой почвы, вида пара и соломы на урожайность культур звена севооборота / Н. А. Пегова // Пермский аграрный вестник. – 2019. – № 4. – С. 65–75.

УДК 595.799

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И СТРУКТУРА НАСЕЛЕНИЯ ШМЕЛЕЙ (HYMENOPTERA: APIDAE: *BOMBUS* LATREILLE) ЮГО-ВОСТОКА БЕЛАРУСИ

Островский Артем Михайлович, *УО «Гомельский государственный медицинский университет», **Республика Беларусь**, г. Гомель, Arti301989@mail.ru*

В статье представлены итоги изучения видового разнообразия и структуры населения шмелей в природно-климатических условиях юго-востока Беларуси. В результате исследований последних лет установлено обитание на данной территории 29 представителей рода *Bombus* Latr., в т. ч. 3 охраняемых вида. В целом видовой состав шмелей довольно пластичен, что отражает характерную мозаику ландшафтов и протекающие в них сукцессионные процессы.

Ключевые слова: шмели, *Bombus*, фауна, население, юго-восток Беларуси.

DIVERSITY AND POPULATION STRUCTURE OF BUMBLEBEES (HYMENOPTERA: APIDAE: *BOMBUS* LATREILLE) IN SOUTH-EASTERN BELARUS

Ostrovsky A. M.

The article presents the results of the study of diversity and population structure of bumblebees in the climatic conditions of the South-East of Belarus. As a result of research in recent years, 29 species of the genus *Bombus* Latr. were found to live in this territory, including 3 protected species. In General, the species composition of bumblebees is quite plastic, which reflects the characteristic mosaic of landscapes and the succession processes occurring in them.

Keywords: bumblebees, *Bombus*, fauna, population structure, South-East of Belarus.

Шмели выполняют важную биоценотическую роль опылителей многих цветковых растений, особенно велико их значение в умеренных широтах [6]. Из-за высокой биологической и экономической значимости это одна из основных групп беспозвоночных, которым уделя-

ется особое внимание в связи с проблемами сохранения их разнообразия [1, 7, 8]. Тем не менее для многих регионов нашей страны налицо дефицит данных для эффективной реализации каких-либо программ, направленных на охрану этих полезных насекомых. В связи с этим целью настоящей работы явилось выяснение видового разнообразия, оценка обилия и структуры населения шмелей в различных экосистемах юго-востока Беларуси.

Учет шмелей проводился в течение полевых сезонов 1998–2019 гг. Сборы осуществлялись вручную и с помощью энтомологического сачка на территории Брагинского, Ветковского, Буда-Кошелёвского, Лоевского и Гомельского районов Гомельской области в следующих биотопах: разнотравные луга, опушки, лесные поляны и просеки, заболоченные территории, обочины дорог, пастбищные луга, берега водоемов, парки и плодовые сады. Объем выборки составил 278 экземпляров.

Наиболее многочисленными в сборах оказались *Bombus (Bombus) terrestris* (L.) и *B. (B.) lucorum* (L.), которые имеют максимальную численность (составляя в сумме почти 30 % выборки), а также *B. (Melanobombus) lapidarius* (L.), *B. (Thoracobombus) pascuorum* (Scopoli), *B. (Th.) humilis* Illiger, *B. (Pyrobombus) hypnorum* (L.) и *B. (Psithyrus) rupestris* (F.). Среднее обилие имеют *B. (Megabombus) hortorum* (L.), *B. (Thoracobombus) sylvarum* (L.), *B. (Th.) muscorum* (L.), *Bombus (Kallobombus) soroeensis* (F.), *B. (Psithyrus) bohemicus* Seidl и *Bombus (Ps.) vestalis* (Geoffroy). Малочисленными являются *B. (Bombus) cryptarum* (F.), *B. (Thoracobombus) deuteronymus* Schulz, *B. (Th.) ruderarius* (Müll.), *B. (Th.) veteranus* (F.), *B. (Psithyrus) campestris* (Panzer), *B. (Confusibombus) confusus* Schenck и *B. (Cullumanobombus) semenoviellus* Skorikov. Единично виды представлены *B. (Megabombus) ruderatus* (F.), *B. (Pyrobombus) pratorum* (L.), *B. (Subterraneobombus) subterraneus latreillellus* (Kirby), *B. (Psithyrus) sylvestris* (Lepeletier), *B. (Ps.) norvegicus* (Sparre-Schneider), *B. (Ps.) quadricolor* (Lepeletier), *B. (Thoracobombus) schrencki* (Morawitz), *B. (Th.) pomorum* (Panzer) и *B. (Th.) mocsaryi* (Kriechbaumer).

Из числа шмелей, занесенных в 4-е издание Красной книги Республики Беларусь [2], зарегистрированы находки *B. (Thoracobombus) muscorum* (L.) (III категория охраны) и *B. (Th.) schrencki* (Morawitz) (III категория охраны), а также *B. (Megabombus) ruderatus* (F.), включенный в дополнительный список, статус – недостаточно данных (DD).

В то же время следует отметить, что *B. (Pyrobombus) jonellus* (Kirby) и *B. (Subterraneobombus) distinguendus* Morawitz, указанные нами для юго-востока Беларуси в более ранних публикациях [3, 4, 5], в последние годы на территории данного региона обнаружены не были.

Таким образом, видовой состав шмелей юго-востока Беларуси довольно пластичен, что отражает характерную мозаику ландшафтов и протекающие в них сукцессионные процессы. Важной особенностью служит наличие как северных лесных, так и лесостепных видов. Изменения фауны шмелей юго-востока Беларуси можно объяснить, вероятнее всего, тем, что многие виды шмелей для данного региона раньше не указывались из-за отсутствия постоянных и целенаправленных исследований, а также изменения статуса некоторых видов. Немаловажную роль в динамике биоразнообразия играют и погодные аномалии (рост числа засушливых периодов, рекордных температур и др.), а также увеличение масштабов антропогенного воздействия на биоценозы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Березин М. В. Анализ структурных изменений населения шмелей (*Bombus*, Apidae) Московской области за последние 40 лет / М. В. Березин, В. Б. Бейко, Н. В. Березина // Зоологический журнал. – 1996. – Т. 75. Вып. 2. – С. 212–221.

2. Красная книга Республики Беларусь. Животные: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных / гл. редкол.: И. М. Качановский (предс.), М. Е. Никифоров, В. И. Парфенов [и др.]. – 4-е изд. – Минск : Беларус. Энцыкл. імя П. Броўкі, 2015. – 320 с.

3. Островский А. М. Находки редких видов жалящих перепончатокрылых (*Hymenoptera, Apocrita, Aculeata*) в окрестностях г. Гомеля / А. М. Островский // Перспективы сохранения и рационального использования природных комплексов особо охраняемых природных территорий: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию Березинского заповедника и 20-летию присвоения ему Европейского Диплома для охраняемых территорий, 26–29 авг. 2015 г., д. Домжерицы, Республика Беларусь / Управление делами Президента Республики Беларусь [и др.]; редкол. : В. С. Ивкович (отв. ред.) [и др.]. – Минск : Белорусский Дом печати, 2015. – С. 193–195.

4. Островский А. М. Находки редких видов пчелиных (*Hymenoptera, Apoidea*) на юго-востоке Беларуси / А. М. Островский, А. А. Саварин // Весн. Брэсцкага дзярж. ун-та. Сер. прыродазнаўчых навук. – 2009. – № 2 (33). – С. 117–121.

5. Островский А. М. К экологии высших пчелиных (*Hymenoptera, Apidae*) юго-востока Беларуси / А. М. Островский, А. А. Саварин // Сотрудничество в области использования природных ресурсов и экологического оздоровления бассейна Днепра : материалы Международной научно-практической конференции, Гомель, 9–10 июля 2011 г. / Мин-во природн. ресурсов и охраны окр. среды РБ, ПР ООН – ГЭФ, Гомельский обл. комитет природн. ресурсов и охраны окр. среды, Гомельский гос. ун-т, Белорус. гос. ун-т трансп.; редкол.: О. Г. Акушко [и др.]. – Гомель: БелГУТ, 2011. – С. 281–283.

6. Панфилов Д. В. О сопряженном распространении шмелей и бобовых в Арктике / Д. В. Панфилов, В. Ф. Шамурин, Б. А. Юрцев // Бюллетень МОИП. Отд. биологии. – 1960. – Т. 65. – Вып. 3. – С. 53–62.

7. Goulson D. Bumblebees: Their Behaviour and Ecology / D. Goulson. – Oxford : Oxford University Press, 2003. – 246 pp.

8. Williams P. H. Environmental change and the distributions of British bumblebees (*Bombus* Latr.) / P. H. Williams // Bee World. – 1986. – No 67. – С. 50–61.

УДК 631.46

ЧИСЛЕННОСТЬ АММОНИФИЦИРУЮЩИХ МИКРООРГАНИЗМОВ В ПОЧВАХ ПРИ ОРГАНИЧЕСКОМ И ТРАДИЦИОННОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

Кулагина Валентина Ивановна, *кандидат биологических наук, ИПЭН АН РТ,* ***Россия****, г. Казань, viksoil@mail.ru*

Сунгатуллина Люция Мансуровна, *ИПЭН АН РТ,* ***Россия, Республика Татарстан,*** *г. Казань, sunlyc@yandex.ru*

Рязанов Станислав Сергеевич, *ИПЭН АН РТ,* ***Россия, Республика Татарстан,*** *г. Казань, erydit@yandex.ru*

Хисамова Алина Маратовна, *ИПЭН АН РТ,* ***Россия, Республика Татарстан,*** *г. Казань, his.alina94@mail.ru*

Тагиров Рамис Марселевич, *ИПЭН АН РТ,* ***Россия, Республика Татарстан,*** *г. Казань, Ramis.tagirov@yandex.ru*

Установлено, что на 3 год проведения опыта средняя численность микроорганизмов-аммонификаторов на полях с органическим земледелием выше, чем на полях с традиционным земледелием. Численность аммонификаторов на обрабатываемых полях оказалась выше, чем на фоновом залуженном участке, возможно из-за использования севооборотов, насыщенных бобовыми травами.

Ключевые слова: микроорганизмы почвы, трофические группы, аммонификаторы, почва, органическое земледелие.

NUMBER OF AMMONIFICATING MICROORGANISMS IN SOILS WITH ORGANIC AND TRADITIONAL AGRICULTURE MANAGEMENT SYSTEMS

Kulagina V. I., Sungatullina L. M. Ryazanov S. S., Hisamova A. M., Tagirov R. M.

It was found that the average number of ammonificating microorganisms in fields with organic farming was higher than in fields with traditional farming after 3 years of the experiment. The number of ammonifiers in the cultivated fields turned out to be higher than in the background tinned area, possibly due to the use of crop rotation with the inclusion of bean plants.

Keywords: soil microorganisms, trophic groups, ammonifiers, soil, organic farming.

Состав и численность сообществ микроорганизмов в почвах аграрных ландшафтов во многом определяет плодородие почв и устойчивость экосистемы в целом. Сохранение микробиоценоза почв, поддержание его разнообразия и оптимальной численности трофических

групп микроорганизмов – одна из задач земледелия. В наибольшей мере решению этой задачи соответствует органическое земледелие, не использующее ядохимикаты и минеральные удобрения в отличие от традиционного земледелия [1, 4].

Особую роль в плодородии почв играют микроорганизмы, участвующие в круговороте азота, влияющие на баланс процессов минерализации и иммобилизации азота. Например, аммонификаторы – микроорганизмы способные использовать азот органических соединений почвы. Численность трофических групп микроорганизмов является также одним из параметров, используемых для оценки состояния агроэкосистемы, в связи с чем требуется установить информативность данного параметра.

Целью работы было сравнить численность микроорганизмов аммонификаторов на полях с традиционным, органическим земледелием и на фоновом участке.

Объектами исследования послужили две пары полей фермерских хозяйств Высокогорского района Республики Татарстан и расположенный рядом залуженный участок, который был принят за фоновый. В каждой паре полей осуществлялся одинаковый севооборот, выращивались одни и те же культуры, но на одном поле использовалась традиционная система земледелия, а на другом – органическая. Такой опыт проводился фермерами в течение 3–5 лет, чтобы установить, как отказ от удобрений и пестицидов влияет на почвы и урожайность сельскохозяйственных культур. Поля № 2 и № 3 – органические, № 1 и № 4 – традиционные. Образцы были отобраны осенью 2019 г. сразу после уборки урожая. Смешанные образцы с каждого поля составлялись из 20 точечных проб. Определение численности аммонифицирующих микроорганизмов проводилось посевами разведений почвенных взвесей на мясопептонный агар (МПА) в трех повторностях. Почвы на всех исследуемых участках были одинаковые – серые лесные.

Установлено, что все исследованные образцы почв, согласно шкале Д. Г. Звягинцева [2] очень богаты микроорганизмами. По нашим данным численность аммонификаторов на полях с органическим земледелием выше, чем на полях с традиционным земледелием (рисунок 1).

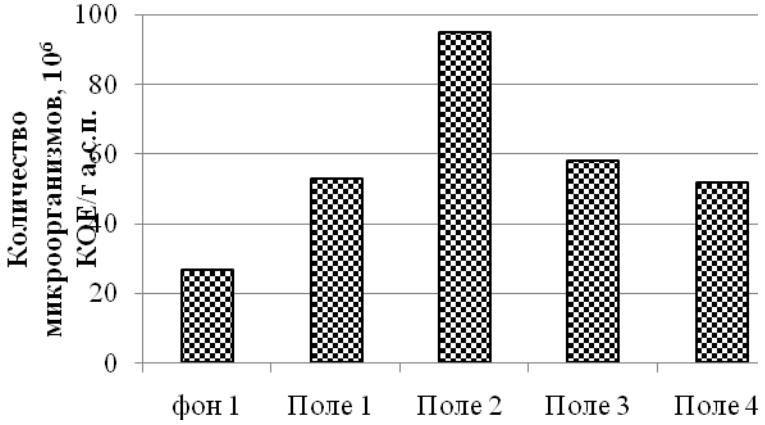


Рисунок 1 – Численность аммонификаторов в почвах исследованных полей Высокогорского района Республики Татарстан

Однако обработка результатов не показала статистически значимой разницы ни между парами полей, ни между образцами с органических и традиционных полей в целом (тест Данна при уровне значимости *p=0,05).* Хотя в последнем случае параметры по тесту Данна находились на границе между статистически достоверными и статистически недостоверными.

Странным обстоятельством на первый взгляд является низкая численность аммонификаторов на фоновом участке – гораздо ниже, чем на возделываемых полях как с органическим, так и с традиционным земледелием. Причин этому может быть несколько. Одной из самых вероятных является та, что на исследуемых полях применяются севообороты, насыщенные бобовыми травами. Хотя в 2019 г. на всех полях выращивалась озимая пшеница, предшественником на полях № 1 и 2 был клевер, а на полях № 3 и 4 – люцерна.

Данные о том, что численность аммонификаторов выше на обрабатываемых полях по сравнению с залежью, согласуется с данными Н. Р. Эмер с соавторами [5], но противоречат данным В. И. Фаизовой с соавторами [3]. Н. Р. Эмер с соавторами связывали это с «различи-

ями функциональной активности» почв залежи и интенсивно обрабатываемого поля, то есть с изменением всего микробиома. В. И. Фаизова с соавторами отмечали, что численность аммонификаторов на пашне сильно колеблется в зависимости от сезона, но в послеуборочный период становится меньше, чем на целинном участке [3]. Однако в отдельные периоды может наблюдаться и обратная картина.

Теоретически численность микроорганизмов, как и остальные показатели почвы, при органическом земледелии должны со временем приближаться к показателям естественных необрабатываемых участков. Однако в данном случае этого не произошло. Возможно, из-за очень короткого периода отказа от минеральных удобрений и ядохимикатов. Другой причиной может быть отвальная обработка почвы. Закон об органическом земледелии [4] не запрещает отвальную вспашку, однако органическое земледелие все же подразумевает переход к более щадящим способам обработки: нулевая, минимальная. В таком случае микробное сообщество, вероятно, будет близким к таковому целинных почв.

Довольно интересным является то, что внесение удобрений при одинаковой обработке привело не к увеличению, а к снижению численности аммонификаторов.

Таким образом, полученные результаты показывают, что имеется четкая тенденция к увеличению численности микроорганизмов-аммонификаторов на полях с органическим земледелием по сравнению с традиционным уже на третий год проведения опыта.

Численность аммонификаторов в послеуборочный период в пахотных почвах Высогорского района Республики Татарстан выше, чем на фоновом необрабатываемом участке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Григорьян Б. Р. Концепция создания системы производства, сертификации и оборота экологически чистой продукции в Республике Татарстан / Б. Р. Григорьян, Т. Г. Николаева, В. И. Кулагина, Л. М. Сунгатуллина // Нива Татарстана. – 2009. – № 3–4. – С. 36.

2. Звягинцев Д. Г. Биологическая активность почв и шкалы для оценки некоторых ее показателей /Д. Г. Звягинцев // Почвоведение. – 1978. – № 6.– С. 48–54.

3. Фаизова В. И. Влияние распашки черноземов Центрального Предкавказья на численность аммонификаторов / В. И. Фаизова, В. С. Цховребов, Д. В. Калугин, А. М. Никифорова // Вестник АПК Ставрополья. –2013. – № 4 (12). – С. 198–202.

4. Федеральный закон "Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" от 03.08.2018 N 280–ФЗ.

5. Эмер Н. Р. Динамика активности денитрификации и аммонификации в залежной и интенсивно возделываемой серой лесной почве (Тульская область) / Н. Р. Эмер, Н. В. Костина, М. В. Голиченков, А. И. Нетрусов // Почвоведение. – 2017. – № 4. – С. 449–456.

УДК 579.64:631.633.63

ВЛИЯНИЕ ИНТРОДУКЦИИ БАКТЕРИЙ РОДА *PSEUDOMONAS* В АГРОЦЕНОЗЕ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ НА МИКРОБНОЕ СООБЩЕСТВО ФИЛЛОПЛАНЫ

Безлер Надежда Викторовна, *доктор сельскохозяйственных наук, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свёклы и сахара имени А. Л. Мазлумова»,* ***Россия,*** *Воронежская обл., Рамонский район, п. ВНИИСС, д.86 bezler@list.ru*

Петюренко Марта Юрьевна, *кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свёклы и сахара имени А. Л. Мазлумова»,* ***Россия,*** *Воронежская обл., Рамонский район, п. ВНИИСС, д.86 bezler@list.ru*

Биологическое земледелие предполагает использование не только органических удобрений и сидеральных культур, но и потенциал аборигенных эффективных микроорганизмов способных к фиксации азота атмосферы. Среди них представители рода *Pseudomonas,* которые развиваются в почве и ризосфере сахарной свеклы, наиболее перспективным. Их штаммы, выделенные в чистую культуру и введенные в агроценоз сахарной свеклы, способны внести положительные изменения в микробное сообщество филлопланы и активировать рост листовой пластинки.

Ключевые слова. *Pseudomonas,* диазотрофы, микромицеты, споровые бактерии, аммонификаторы, филлоплана, микробное сообщество.

INFLUENCE OF *PSEUDOMONAS* GENUS BACTERIA INTRODUCTION INTO AGROCENOSIS OF SUGAR BEETUPON MICROBIAL COMMUNITY OF PHYLLOPLANE

Bezler N. V., Petyurenko M. V.

Biological agriculture presumes use of not only organic fertilizers andgreen crops, but potentialof indigenouseffective microorganismscapable to fix atmosphere nitrogen as well. Representatives of *Pseudomonas* genusthat are developed in soil and rhizosphere of sugar beet seem to be the most perspective among them. Their strains isolated as pure culture and introduced into sugar beet agrocenosis are ableto make positive changes in the microbial community of phylloplane and actuate leaf blade

Keywords. *Pseudomonas,* diazotrophs, micromycetes, spore bacteria, ammonificators, phylloplane, microbial community.

В ризосфере и ризоплане сахарной свеклы развивается сообщество бактерий, многие из которых являются диазотрофами и проявляют хемотаксис по отношению к сахарам и органическим кислотам. Среди них широкое распространение имеют представители рода *Pseudomonas*. Бактерии этого рода относят к числу наиболее перспективных объектов для использования в сельскохозяйственной практике. Это связано с тем, что они способны усваивать разнообразные органические субстраты, легко приживаются в ризосфере и ризоплане различных растений и обладают более быстрым ростом по сравнению с другими ее обитателями [7, 8]. Некоторые штаммы бактерий рода *Pseudomonas* продуцируют гормоны роста растений, а также способны к фиксации азота [2, 3]. Фиксация азота и продуцирование физиологически активных веществ бактериями делает возможным их использование для замещения внекорневых подкормок азотом и одновременно для стимуляции роста растений.

Методика и условия исследований. В лаборатории эколого-микробиологических исследований почв ФГБНУ «ВНИИСС им. А. Л. Мазлумова» были получены новые штаммы бактерий рода *Pseudomonas* (*Pseudomonas sp.* 75 и вид *P. fluorescens,* штамм 116) с поверхности корней сахарной свёклы [1].

Выделяли псевдомонады в чистую культуру из ризосферы и ризопланы сахарной свеклы методом высева суспензии различной степени разведения на специализированную среду для псевдомонад – Кинг-Б [6]. Родовую и видовую принадлежность идентифицировали с помощью молекулярно-генетических методов. Для точной идентификации проводили ПЦР-анализ с использованием специфического праймера PA-GS-F/PA-GS-R для определения *Pseudomonas sp.* и видоспецифического праймера 16SPSEflu F/16SPSE R для определения *P. fluorescens* [1].

В ходе экспериментальных исследований проводили скрининг новых штаммов. Выявлена способность *Pseudomonas* к фиксации азота. Кроме того, установили способность *P. fluorescens* 116 продуцировать гетероауксин [2, 3]. Количество микроорганизмов на поверхности листьев, относящихся к разным таксономическим, физиологическим и эколого-трофическим группам, определяли методом смыва и высева суспензии на элективные питательные среды. Численность внесенных штаммов псевдомонад учитывали на среде Кинг Б. Численность аммонификаторов определяли на мясо-пептонном агаре (МПА), аэробных спорообразующих бактерий – на мясо-пептонном сусле (МПС), иммобилизаторов азота – на крахмал-аммиачном агаре (КАА), микромицетов – на среде Чапека [6].

Полевые опыты закладывали в соответствии с методикой Доспехова [4].

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднегумусный тяжелосуглинистый на карбонатных лёссовидных суглинках. Содержание гумуса 5,5 %, $pH_{сол.}$ – 5,6, содержание щелочногидролизуемого азота – 52 мг/кг почвы, обменного калия – 12,0 мг/100 г почвы, подвижного фосфора – 11,6 мг/100 г почвы.

Удобрения вносили под осеннюю обработку почвы в дозе $N_{100}P_{100}K_{100}$. Технология возделывания сахарной свеклы – общепринятая для ЦЧР.

Площадь посевной делянки составила 27 м^2. Повторность опыта четырехкратная, размещение делянок систематическое. Растения опрыскивали бактериальной суспензией с титром 10^{10} КОЕ в 1 мл в фазе 4–5 пар настоящих листьев. Расход рабочей жидкости – 200 л/га.

Результаты исследований показали, что внесение псевдомонад в филлоплану сахарной свеклы способствовало увеличению их численности, как при использовании штамма *Pseu-*

domonas fl. 116, так и *Pseudomonas 75,* до 0,3 тыс. КОЕ на 1 см^2 (в контроле 0,0). Численность микромицетов на поверхности листьев достоверно не изменилась и колебалась в пределах 0,44–0,58 тыс. КОЕ на 1 см^2 соответственно. Наибольшее влияние внесение псевдомонад оказало на численность аммонификаторов, которая выросла с 52 тыс. КОЕ в контроле до 67–104 при внесении в агроценоз соответственно *Pseudomonas 75 и P. fluorescens 116.* Этому способствовала, с одной стороны, фиксация азота псевдомонадами и выделение ими аминокислот в окружающую среду, а с другой – продуцирование физиологически активных веществ (таблица 1) [2].

Таблица 1 – Влияние опрыскивания посевов суспензией бактерий *Pseudomonas sp.* на численность микроорганизмов на поверхности листьев сахарной свеклы, тыс. КОЕ на 1 см^2, июль 2017–2019 гг.

Вариант	*Pseudomonas sp.*	Микромицеты	Споровые бактерии	Аммонификаторы	Иммобилизаторы азота
Контроль	0,0	0,058	247	52	0,177
P. fluorescens 116, 10^{10} КОЕ/мл	0,3	0,044	41	104	0,131
Pseudomonas sp. 75, 10^{10} КОЕ/мл	0,3	0,058	29	67	0,044

Наибольшее ингибирующее действие псевдомонад испытывали спорообразующие аэробные бактерии: их количество на поверхности листьев снизилось в 6,0–8,5 раза. Возможно, это связано с накоплением конечных продуктов процесса аммонификации – CO_2, индола, скатола, NH_3. Последние три могут быть особенно токсичными для бактерий. Это же относится и к бактериям, которые используют минеральные формы азота. Так, численность иммобилизаторов азота на поверхности листьев сахарной свеклы значительно снижается после внесения псевдомонад с 0,177 тыс. КОЕ на 1 см^2 в контроле до 0,044–0,131.

Фиксация азота, продуцирование физиологически активных веществ, изменения в структуре микробного сообщества филлопланы вносят коррективы в развитие листового аппарата сахарной свеклы. Площадь листовой поверхности под влиянием псевдомонад сократилась в среднем на 15 %. Рост листовой пластинки был направлен на увеличение ее толщины, которая под воздействием бактерий рода *Pseudomonas* увеличилась на 46 % (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние псевдомонад на архитектонику листа

Вариант	S листовой поверхности, см^2	Масса 1 см^2/ г	Масса 1 листа, г
Контроль	1493	0,022	32,8
P. fluorescens 116 10^{10} КОЕ/мл	1256	0,032	40,2
Pseudomonas sp. 75, 10^{10} КОЕ/мл	1274	0,032	40,8

При этом определяющее значение имела фиксация азота, а потом продуцирование гетероауксина. Так, *P. fluorescens* 116 обладает способностью фиксировать азот и продуцировать гетероауксин, а *Pseudomonassp.* 75 фиксирует азот и активно выделяет его в виде аминокислот, которые могут непосредственно быть использованы микроорганизмами и растениями. В результате отмечено равнозначное увеличение толщины листовой пластинки как при воздействии *P. fluorescens* 116, так и *Pseudomonas sp.* 75, при этом масса 1 листа выросла на 7–8 г, то есть на 22–24 %.

В Центральном Черноземном регионе из болезней листового аппарата сахарной свеклы грибной этиологии наиболее распространена мучнистая роса (*Erysiphe communis* Grev. f. betae). Внесение в агроценоз сахарной свеклы бактерий рода *Pseudomonas sp.,* фиксирующих азот, существенно не изменило распространение мучнистой росы, но *P. fluorescens 116* снизил ее развитие на 43,8 %, а *Pseudomonas sp.* 75 – на 26,0 %.

Заключение. Использование аборигенных штаммов бактерий рода *Pseudomonas sp.* способных фиксировать азот и продуцировать физиологически активные вещества, в частности гетероауксин, позволит оптимизировать микробное сообщество филлопланы сахарной свеклы. Это даст возможность сдерживать степень развития болезней листового аппарата сахарной свеклы грибной этиологии без использования фунгицидов, улучшить азотное питание растений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безлер Н. В. ПЦР – идентификация и генетическое разнообразие *Pseudomonas fluorescens*, выделенных из агроценоза сахарной свёклы (B*eta vulgaris* L.) / Н. В. Безлер, А. С. Хуссейн, М. Ю. Петюренко // Вестник ВГУ. – 2016. – № 1. – С. 43–49.
2. Безлер Н. В. Внесение в почву азотфиксирующей бактерии *Pseudomonas fluorescens* 116 и динамика доступных форм азота в посевах сахарной свёклы / Н. В. Безлер, М. Ю. Петюренко, А. С. Хуссейн // Плодородие. – 2016. – № 6. – С. 9–11.
3. Безлер Н. В. Ростстимулирующая активность штаммов рода *Pseudomonas*, выделенных из ризопланы и ризосферы сахарной свёклы / Н. В. Безлер, М. Ю. Петюренко // Сахар. – 2019.– № 11. – С. 28–31.
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – М. : Колос, 1985. – 416 с.
5. Логинов О. Н. Бактерии *Pseudomonas* и *Azotobacter* как объекты сельскохозяйственной биотехнологии / О. Н. Логинов.– М. : Наука, 2005. – 166 с.
6. Теппер Е. З. Практикум по микробиологии / Е. З. Теппер, В. К. Шильникова, Г. И.Переверзева. – М. : Дрофа. 2004. – 255 с.
7. Plant Growth-Promoting Bacteria Elicited Induced Systemic Resistance and Tolerance in Plants / Sh. Jain, A. Vaishnav, A. Kasotia, etc. // Emerging Technologies and Management of Crop Stress Tolerance: Academic Press, 2014. – Vol. 2. – Pp. 109–132.
8. Bhattacharyya P. N., Jha, D .K. Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): emergence in agriculture // World J. Microbio Biotechnol – 2012 – No. 28. – P. 1327–1350.

УДК 631.8; 579.64

МИКРОБНОЕ СООБЩЕСТВО ФИЛЛОПЛАНЫ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ПРИ ВНЕСЕНИИ АЗОТФИКСИРУЮЩИХ ШТАММОВ БАКТЕРИЙ РОДА AZOSPIRILLUM

Федорова Ольга Анатольевна, *кандидат биологических наук, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара имени А. Л. Мазлумова»,* ***Россия,*** *Воронежская область, Рамонский район, fed-olga78@mail.ru*

Безлер Надежда Викторовна, *доктор сельскохозяйственных наук, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара имени А. Л. Мазлумова,* ***Россия,*** *Воронежская область, Рамонский район*

В работе приведены результаты влияния опрыскивания растений сахарной свеклы азотфиксирующими штаммами бактерий рода *Azospirillum* на состав микробных сообществ филлопланы растений.

Ключевые слова: филлоплана, микробное сообщество, сахарная свекла, *Azospirillum.*

MICROBIAL COMMUNITY PHILLOPLANS OF SUGAR BEET WHEN ADDING NITROFIXING STRAINS OF BACTERIA OF THE GENUS *AZOSPIRILLUM*

Fedorova O. A., Bezler N. V.

The paper presents the results of studies on the effect of spraying sugar beet plants with nitrogen-fixing strains of bacteria of the genus *Azospirillum* on the composition of microbial communities of plant phylloplans.

Key words: phylloplane, microbial community, sugar beet, *Azospirillum*.

Изучение микробно-растительных взаимодействий до последнего времени главным образом были связаны с почвенными и ризосферными микроорганизмами, являющимися симбионтами растений. Значительно меньше внимания уделялось микроорганизмам филлопланы [1]. Однако, как показали исследования последних лет, находясь в теснейшем контакте с растением в течение всего вегетационного периода, они оказывает непосредственное влия-

ние на рост, развитие и урожайность растений благодаря способности формировать комплексы с микроорганизмами ризосферы и продуцировать физиологически активные вещества [2]. Микроорганизмы филлопланы растений обладают рядом свойств, которые позволяют существовать им в своеобразной экологической нише: способностью жить на поверхности надземных частей растения, не проникая в его ткани; питаться выделениями растения; использовать питательные вещества в очень малых концентрациях; иметь повышенную устойчивость к фитонцидам и солнечной радиации; переносить периодическое подсушивание.

Широкое распространение бактерий рода *Azospirillum* и высокий уровень их нитрогеназной активности в ассоциациях со многими сельскохозяйственными культурами положили начало активному развитию исследований по использованию азоспирилл в составе биопрепаратов для сельского хозяйства [3]. Цель исследования – изучить влияние опрыскивания растений сахарной свеклы суспензией штаммов азотфиксирующих бактерий *Azospirillum* на состав микробных сообществ филлопланы.

Полевые исследования выполняли в 2019 г. в ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара имени А. Л. Мазлумова». Климат района исследований умеренно континентальный с неустойчивым увлажнением. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднегумусный тяжелосуглинистый на карбонатных лессовидных суглинках. Повторность опыта четырехкратная, размещение делянок систематическое. Выращивали диплоидный гибрид сахарной свеклы РМС 120 в севообороте со следующим чередованием культур: пар – озимая пшеница – сахарная свекла – ячмень. Удобрения под сахарную свеклу вносили осенью под основную обработку в дозе $N_{100}P_{100}K_{100}$. Технология возделывания культуры − общепринятая для ЦЧР. В качестве объекта исследования служили фиксирующие азот штаммы *Azospirillum sp. 184* и *Azospirillum sp. 190*, выделенные соответственно, из ризопланы ячменя и пшеницы. Суспензии штаммов вносили в начале периода интенсивного роста растений в виде водной суспензии с титром жизнеспособных бактериальных клеток 10^8 КОЕ/мл помповым опрыскивателем ЖУК-7 (использовали водопроводную воду). Расход рабочей жидкости составил 200 л/га. Контроль − вариант без обработки бактериальной суспензией. Для выделения и определения численности микроорганизмов использовали метод смывов с поверхности листа с последующим высевом на элективные питательные среды: аммонификаторы – на мясопептонную; усваивающие минеральные источники азота актиномицеты – на крахмало-аммиачную, олигоазофильные –на среду Эшби, грибы – Чапека [4].

Результаты исследований показали, что испытуемые бактериальные культуры *Azospirillum* оказывают положительное действие на экологически полезные микроорганизмы филлопланы сахарной свеклы (таблица 1).

Таблица 1 – Численность микробных сообществ филлопланы сахарной свеклы

Варианты опыта с внесением культуры	Микроскопические грибы, тыс. КОЕ/ г листьев	Аммонификаторы, млн КОЕ/ г листьев	Олигоазофилы, млн КОЕ/ г листьев	Усваивающие аммиачные формы азота, млн КОЕ/ г листьев	Актиномицеты, тыс. КОЕ/ г листьев
Azospirillum sp. 184	8,2	10,5	10,9	9,9	57,8
Azospirillum sp. 190	16,9	7,3	5,3	5,2	88,1
Контроль	10,1	6,9	4,9	4,8	37,1

Сравнительный анализ активности микробных сообществ, усваивающих органические и минеральные азотистые соединения, в опытных вариантах показал положительное воздействие штаммов *Azospirillum* на сообщество аммонифицирующих бактерий, активно разлагающих органические соединения азота за счет протеолитических ферментов. Их численность в филлоплане опытных растений изменялась от 7,3 до 10,5, в контроле – 6,9 млн КОЕ/г листьев. Вызывают интерес результаты определения численности бактерий, усваивающих аммиачные формы азота и участвующих в разложении минеральных безазотистых соединений. При внесении штаммов *Azospirillum* отмечено усиление минерализационных процессов. Развиваются в филлоплане сообщества олигоазофильных микроорганизмов, при опрыскивании азотфиксирующими штаммами *Azospirillum sp. 184* и *Azospirillum sp. 190* их численность составляет 10,9 и 5,3, в контроле – 4,9 млн КОЕ/ г листьев. Данная группа играет определяю-

щую роль в азотном балансе, после ее отмирания происходит обогащение ниши белковыми веществами, которые затем минерализуются. В результате активации микробных сообществ, трансформирующих органические и минеральные формы азота, повышается содержание доступных форм азота в филлоплане сахарной свеклы. Об этом можно судить по увеличению численности микроскопических грибов с 10,1 в контроле до 16,9 тыс КОЕ/г листьев при опрыскивании *Azospirillum sp. 190*. Более высокая численность актиномицетов на поверхности листьев, обработанных опытными штаммами азоспирилл, свидетельствует об активации минерализационных процессов, а поскольку большинство штаммов актиномицетов являются продуцентами антибиотиков, то, вероятно, повышается конкурентоспособность микробного сообщества развитию фитопатогенных микроорганизмов.

Таким образом, в ходе проведения мелкоделяночных полевых исследований было установлено, что структура микробиологического сообщества филлопланы растений сахарной свеклы при опрыскивании штаммами азотфиксирующих азоспирилл существенно улучшается, что является важным фактором повышения ее защитной функции для растений. Данный факт свидетельствует о целесообразности дальнейших исследований влияния азотфиксирующих бактерий *Azospirillum* на микробное сообщество филлопланы сахарной свеклы, которые способствуют повышению устойчивости растений к биотическим факторам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Возняковская Ю. М. Микрофлора растений и урожай [Текст] / Ю. М. Возняковская. – Л. : Колос, 1969. – 223 с.
2. Добровольская Т. Г. Структура бактериальных сообществ почв [Текст] / Т. Г. Добровольская. – М., ИКЦ «Академкнига», 2002. – С. 102–104.
3. Михайловская Н. А. Азоспириллы и их влияние на злаковые культуры / Н. А. Михайловская // Почвоведение и агрохимия. – № 2. – 2015. – С. 167–174.
4. Теппер Е. З. Практикум по микробиологии [Текст] / Е. З. Теппер, В. К. Шильникова, Г. И. Переверзева. – М. : Дрофа, 2004. – 256 с.

УДК 574.34

ВЛИЯНИЕ ПОЛИВОВ СТОКАМИ СВИНОКОМПЛЕКСА НА ДИНАМИКУ САПРОФИТОВ И ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ПОЧВЕ

Чезлова Ольга Евгеньевна, *Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси,* ***Республика Беларусь****, г. Брест, olgachezlova@tut.by*

Показано, что поливы сельхоугодий стоками свинокомплекса во вневегетационный период нормами 360–540 м^3/га увеличивают биогенность почвы и содержание в ней общего органического вещества на 5,23 и 1,55 %, соответственно. При норме 180 м^3/га наблюдалось снижение органического вещества почвы на 8,5 %. Выявлена отрицательная корреляция сезонной динамики сапрофитов и количества органического вещества почвы сельхозугодий при поливах стоками.

Ключевые слова: сточные воды свинокомплекса, сапрофиты, общее микробное число, органическое вещество.

INFLUENCE OF WATERING WITH SEWAGE FROM A PIG COMPLEX ON THE DYNAMICS OF SAPROPHYTES AND ORGANIC MATTER IN THE SOIL

Chezlova O. E.

Irrigation of farmland with sewage from a pig complex during the non-growing season with norms of 360 – 540 m^3 / ha increases soil biogenicity and the content of total organic matter in it by 5.23 and 1.55%, respectively. At a norm of 180 m^3 / ha, a decrease in soil organic matter by 8.5% was observed. A negative correlation was revealed for the seasonal dynamics of the total microbial number and the amount of total organic matter of farmland soil during runoff irrigation

Keywords: pig farm wastewater, saprophytes, total microbial count, organic matter.

Поливы стоками животноводческих комплексов наряду с увеличением плодородия почв могут привести к бактериальному загрязнению природных экосистем [4]. Сразу же по-

сле внесения в почву животноводческих сточных вод (СВ), навоза, количество бактерий в ней возрастает в 1,5– 2раза. Общая бактериальная обсемененность таких почв может превышать 10^6 колониеобразующих единиц (КОЕ)/г [5]. Вместе с тем микробная биомасса является одним из важнейших источников органического вещества (ОВ) почвы, одновременно выполняя функции его минерализации [2]. В условиях длительного сельскохозяйственного использования почв (как с применением удобрений, так и без него) потеря, сохранение или накопление ОВ почвы сопряжено с преимущественной потерей, сохранением или накоплением вещества легких фракций. При длительном экстенсивном использовании почвы лабильная часть гумуса может пополняться за счет инертной, вызывая деградацию почв [1]. Поэтому поиск структурных связей, обеспечивающих устойчивое состояние почвенных экосистем, представляется актуальным.

Задачей данного исследования явилась оценка динамики сапрофитных бактерий и органического вещества почвы сельхозугодий при внесении животноводческих СВ селекционно-гибридного центра (СЦГ) «Западный» – крупного свиноводческого комплекса Брестской области Республики Беларусь.

Для решения поставленной задачи проведен полевой опыт. Почва исследуемого участка дерново-подзолистая, временно избыточно увлажненная, супесчаная. Использовано 3 поливные нормы СВ: 180, 360 и 540 $м^3$/га. Также выделены 2 контрольных участка: сельхозугодия, не охваченные поливом СВ, и залежь. Возделываемая культура – ячмень. Пробы почвы отбирались до начала внесения СВ, через 2 недели и далее 1 раз в месяц до конца вегетационного периода. Повторность трехкратная. СВ были внесены мобильным транспортом во вневегетационный период – 15 марта. В работе использовались стандартные методики выполнения измерений. Для оценки количества сапрофитов определяли общее микробное число (ОМЧ) при 37 °С. Органическое вещество определяли гравиметрическим способом.

Количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (МАФАнМ), отражаемое показателем ОМЧ, демонстрировало волнообразное течение, причем его максимальное значение наблюдалось не сразу после полива СВ (рисунок).

В динамике ОМЧ политых СВ делянок отмечено 2 пика численности бактерий – непосредственно после внесения стоков в марте и затем в июле, в отличие от почв контрольных делянок, где обнаруживался один максимум численности. К концу вегетационного сезона среднее значение ОМЧ политых СВ делянок превышало его количество в почвах сельхозугодий (контроль) в 1,4–1,7 раза, а по отношению к его количеству в почвах залежи в 2,7–3,4 раза, свидетельствуя об увеличении биологической активности удобренных почв. Дисперсионный анализ выявил существенную разницу (α=0,05) при поливах 540 и 360 $м^3$ /га и несущественную при поливе 180 $м^3$ /га.

Разложение ОВ является отражением нелинейных взаимодействий между живыми организмами и косными компонентами агроэкосистем в виде комплекса прямых и обратных связей, от которых зависит и устойчивость, и реакция этих систем на внешние факторы [6]. Оценка характера динамики сапрофитов и ОВ почвы выявила их сопряженность. Анализируя графики, можно сказать, что значения ОМЧ и количества ОВ были преимущественно антикоррелированы, демонстрируя трофическую функцию представителей МАФАнМ: внесение свежего ОВ со стоками вызывало вспышку численности бактерий, которая, однако, достаточно быстро гасилась, демонстрируя колебательный режим в исследуемой системе.

Если сразу после полива СВ наблюдалось некоторое уменьшение ОВ в почве политых делянок вследствие промывных процессов, то в мае наблюдался положительный экстремум, связанный, по видимости, с массовым отмиранием бактерий стоков. К концу вегетационного периода при поливах СВ нормами 540 и 360 $м^3$/га наблюдалась существенная (α=0,05) положительная разница в содержании органического вещества политых и контрольных участков, а при норме 180 т/га количество органики в почве значимо снижалось. Также если при нормах полива СВ 540 и 360 $м^3$/га количество ОВ к концу вегетационного периода возрастало в сравнении с его значением до внесения на 5,23 и 1,55 % соответственно, то при норме

180 м^3/га наблюдалось его снижение на 8,5 %. Однако в почвах сельхозугодий (контроль) к концу вегетационного периода наблюдалось снижение общего ОВ на 16,4 %.

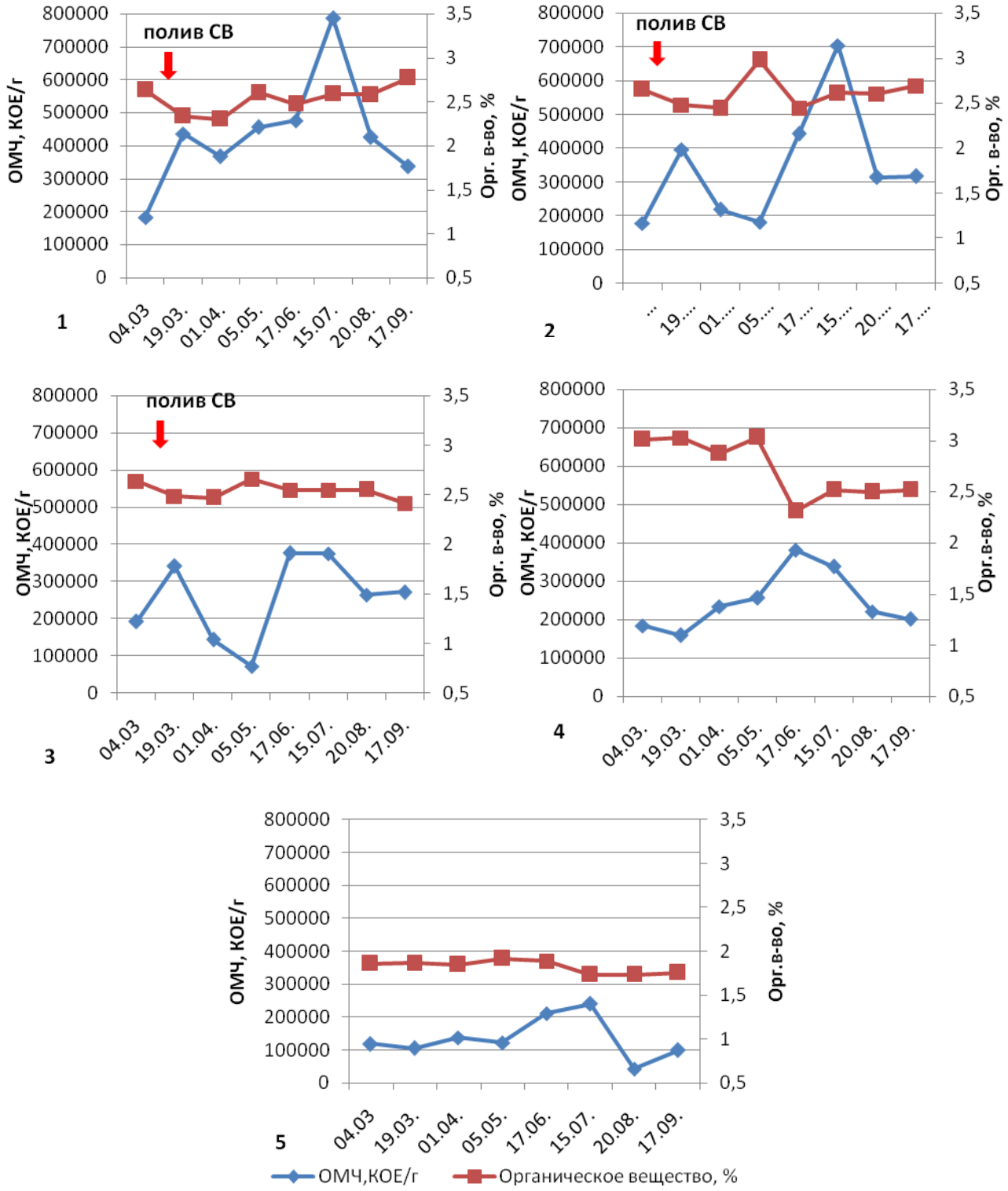


Рисунок – Сопряженность динамики показателя ОМЧ и органического вещества в почве
1 – полив 540 м^3/га; 2 – полив 360 м^3/га; 3 – полив 180 м^3/га; 4 – контроль (сельхозугодия);
5 – контроль (залежь)

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Поливы сельхоугодий стоками свинокомплекса во вневегетационный период нормами 360–540 м^3/га увеличивают биогенность почвы и содержание в ней общего органическо-

го вещества на 5,23 и 1,55 %, соответственно. При норме 180 м^3/га наблюдалось снижение органического вещества почвы на 8,5 %.

2. Выявлена отрицательная корреляция сезонной динамики МАФАнМ и количества общего органического вещества почвы сельхозугодий при поливах стоками.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бойцова Л. В. Динамика содержания органического вещества, его лабильной и инертной частей в дерново-подзолистой супесчаной почве разной степени окультуренности / Л. В. Бойцова, Я. В. Пухальский // Агрофизика. – 2013. – № 2(10). – С. 14–22.

2. Ведрова Э. Ф. Динамика легкоминерализуемой фракции органического вещества под лесными культурами / Э. Ф. Ведрова, Л. В. Мухортова // Современные проблемы почвоведения в Сибири. – Томск : ТГУ, 2002. – Т. 2. – С. 296–299.

3. Желязко В. И. Использование бесподстилочного навоза на мелиорируемых агроландшафтах. Теория и практика / В. И. Желязко, П. Ф. Тиво. – Минск : ИООО «Право и экономика, 2006. – 296 с.

4. Санитарно-бактериологическая оценка почвенной очистки сточных вод свиноводческого комплекса / Е. И. Гончарук [и др.] // Гигиена и санитария. – 1980. – № 10. – С. 86–88.

5. Смагин А. В. Методологические подходы к построению математических моделей структурно-функциональной организации почв // Доклады по экологическому почвоведению. – 2007.– № 2. – Вып. 6. – С. 17–62.

СЕКЦИЯ 7. ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АГРОЛАНДШАФТНЫХ СИСТЕМ И ИХ ДЕТОКСИКАЦИЯ

УДК 631.618

ОСНОВНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВЫ НЕФТЬЮ

Кулиев Аловсат Гюлуш оглы, *доктор сельскохозяйственных наук, член. корр. НАН Азербайджана, г. Баку*

Бахшиева Чимназ Тофик кызы, *кандидат сельскохозяйственных наук, Институт Почвоведения и Агрохимии НАН Азербайджана, г. Баку,* mega.nisa@list.ru

В статье отражается влияние отдельных компонентов нефти на почвенную экосистему. На основе многолетнего изучения нефтезагрязненных почв Абшерона приводятся главные факторы, воздействующие на самоочищение почв в условиях аридного климата Абшерона, такие как температурные условия, влажность, ПДК нефтепродуктов, с точки зрения снижения токсичности почв.

Ключевые слова: нефтезагрязнение, токсичность, рекультивация, очистка, почвенная экосистема.

MAIN ENVIRONMENTAL FACTORS THAT INFLUENCE ON OIL POLLUTION OF THE SOIL

Quliyev A.G., Bahshiyeva Ch.T.

The article reyiect inftuence of oil componeuts to ecological systems of soil base of lonqterm researches about soils of Apsheron peninsula it have given the principle factors wieh sadden to toxicity and own cleaning soils in conditionts of arid elimate of Apsheron.

Keywords: oil pollution, toxicity, recultivation, cleaning, soil ecosystem.

В настоящее время одним из серьезных видов техногенного воздействия на окружающую среду является загрязнение нефтью и нефтепродуктами. При загрязнении нефтью в первую очередь существенно изменяются морфологические признаки почвы. Такие почвы отличают по нескольким признакам: большая плотность, темнее цвет, характерные радужные масляные пленки, которые располагаются по граням структурных отдельностей, а также образование столбчатой структуры в нижней части почв. Вслед за изменением морфологических признаков почвы происходит изменение физических свойств. Сюда можно отнести увеличение количества водопрочных агрегатов, структурных отдельностей размером больше 10 мм, а также агрегирование почвенных частиц, что приводит к возрастанию глыбистых частиц и снижению агрономически ценных структурных отдельностей. Ухудшение физических свойств почв означает вытеснение воздуха нефтью, нарушение поступления воды, питательных веществ, а это в свою очередь ведет к неизбежному замедлению темпов развития растений и их гибели.

Поскольку основным элементом, входящим в состав нефти, является углерод массовое содержание которого колеблется в пределах 83–87 %, то содержание органического вещества в расчете на общий углерод, и гумус возрастает за счет углерода нефти. Одновременно с ростом содержания привнесенного углерода происходит увеличение отношения C : N, при котором доля общего азота незначительна. В нефтезагрязненной почве подобное соотношение C : N зависит в первую очередь от типа почвы и объема привнесенного углерода и может меняться от 50 до 420. Итогом подобного дисбаланса становится ухудшение азотного режима почв и нарушение корневого питания растений. Вместе с этими процессами ухудшение азотного режима ведет к снижению количества подвижных форм калия и фосфора [3].

Органическое вещество нефти при поступлении в почву подвергается разложению. Различают 3 вида разложения нефти: биологическое, химическое, телесное. Солнечная радиация, температурный режим и влажность активно влияют на трансформацию нефти и нефтепродуктов. Продолжительность всего процесса модификации нефти во всевозможных почвенно-климатических зонах различна: от нескольких месяцев до нескольких лет. Механиче-

ские и физиологические способы, хотя и ускоряют разложение нефти и нефтепродуктов, но не гарантируют их полного удаления из почвы, а процесс натурального разложения загрязнений очень длителен [4].

При нефтяном загрязнении тесно взаимодействуют три группы экологических факторов: 1) уникальная многокомпонентность состава нефти, находящегося в процессе постоянного изменения; 2) гетерогенность состава и структуры любой экосистемы, находящейся в процессе постоянного развития; 3) многообразие и изменчивость внешних факторов под воздействием которых находится экосистема. Процесс естественного фракционирования и разложения нефти начинается с момента поступления на поверхность почвы. Выделяют три наиболее общих этапа трансформации нефти в почвах: 1) физико-химическое и частично микробиологическое разложение алифатическких углеводородов; 2) микробиологическое разрушение главным образом низкомолекулярных структур разных классов и новообразование смолистых веществ 3) трансформация высокомолекулярных соединений смоласфальтенов полициклических углеводородов [1]. Длительность всего процесса трансформации нефти в разных почвенно-климатических зонах различна – от нескольких месяцев до нескольких десятков лет. Легкая фракция нефти, куда входят наиболее простые по строению низкомолекулярные метановые алканы, нафтеновые циклопарафины и ароматические углеводороды, наиболее подвижная часть нефти. Большую часть фракции составляют метановые углеводороды с числом углеводородных атомов от 5 до 11. Метановые углеводороды лёгкой фракции, находясь в почвах, оказывают токсическое воздействие на живые организмы. Смолистые вещества очень чувствительны к элементарному кислороду и активно присоединяют его. На воздухе смолистая нефть быстро густеет и теряет подвижность. Если нефть просачивается сверху, её смолисто-асфальтеновые компоненты гидрофобны [5]. Обволакивая корни растений они резко ухудшают поступление к ним влаги, в результате чего растения засыхают [2].

Уровень содержания нефтепродуктов в почвах и грунтах зависит от сочетания многих факторов, таких как тип, состав и свойства почв и грунтов, климатические условия, состав нефтепродуктов, тип растительности, тип землепользования и т. д. Эти нормы различаются в зависимости от климатических условий и типов почвообразования. Наши исследования на Апшероне показали, что уровень загрязнения составляет 5–6 г на 1 кг почвы. На основе многолетних работ с нефтезагрязнёнными почвогрунтами на Апшероне нами были определены некоторые аспекты этого типа загрязнения, именно в условиях сухого субтропического климата полупустынь Апшерона. Так, например, было установлено, что высокая температура важный фактор, определяющий интенсивность самоочищения почвы в аридных условиях Апшерона. Поддержание почвы во влажном состоянии тоже является одним из агротехнических приёмов управления биологической активностью и оказывает эффективное воздействие на темпы разложения нефти и нефтепродуктов. Благоприятный водный режим достигался нами путём полива нефтязагрязнённых почвогрунтов с различной степенью загрязнения. Посев на нефтезагрязнённую почву люцерны также способствовал ускорению разложения нефтепродуктов, что объясняется тем что своей развитой корневой системой люцерна способствует улучшению газовоздушного режима загрязнённой почвы, обогащает почву азотом и биологически активными соединениями, выделяемыми системой в почву в процессе жизнедеятельности растений. Всё это стимулирует рост микроорганизмов и соответственно способствует разложению нефти в почвах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Глазовская М. А. Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем / М. А. Глазовская. – М. : Наука, 1988.

2. Глазовская М. А. Скорость самоочищения почв от нефти в различных природных зонах / М. А. Глазовская, Ю. И. Пиковский // Природа. – 1980. – № 5. – С. 118–119.

3. Солнцева Н. П. Геохимическая устойчивость природных сред к техногенезу / Н. П. Солнцева. – М., 1982.

4. Флоровская В. Н. Некоторые аспекты геохимии полициклических ароматических углеводородов / В. Н. Флоровская, Ю. И. Пиковский, Т. А. Теплицкая, Т. А. Алексеева, А. И. Оглоблина // Геохимия ландшафтов и география почв. – М. : Изд. МГУ, 1982. – С. 71–83.

5. Исмаилов Н. М. Рекомендация нефтезагрязненных почво-грунтов и буровых шламов / Н. М. Исмаилов. – Баку : Элм, 2006. – 144 с.

УДК 574.42:631/635:502/504

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ПОЛЕВЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ СТЕПНОЙ ЗОНЫ РФ В УСЛОВИЯХ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ

Гулянов Юрий Александрович, *доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Институт степи УрО РАН – обособленное структурное подразделение ФГБУН Оренбургского федерального исследовательского центра УрО РАН, Оренбург,* ***Россия,*** *iury.gulynov@yandex.ru*

Внедрение природоподобных ландшафтно-адаптивных систем в земледелии степной зоны РФ, оптимизация сельскохозяйственного землепользования и рациональное использование почвенно-биологических ресурсов рассматриваются в качестве основных направлений повышения продуктивности полевых агроландшафтов в условиях активно действующих деградационных процессов, ухудшающих качество земельных ресурсов.

Ключевые слова: деградация земель, экологизация степных агротехнологий.

THE MAIN DIRECTIONS OF INCREASING THE PRODUCTIVITY OF FIELD AGRICULTURAL LANDSCAPES OF THE STEPPE ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION IN THE CONDITIONS OF NATURAL AND ANTHROPOGENIC CHANGES IN THE ENVIRONMENT

Gulyanov Yu. A.

The introduction of natural-like landscape-adaptive systems in the agriculture of the Russian steppe zone, optimization of agricultural land use and rational use of soil and biological resources are considered as the main directions for improving the productivity of field agricultural landscapes in the conditions of active degradation processes that worsen the quality of land resources.

Keywords: land degradation, greening of steppe agricultural technologies.

В связи с преимущественно природозатратной направленностью современных агротехнологий и повсеместным использованием для выращивания растительного сырья низкопродуктивных земель на сельскохозяйственных угодьях степной зоны РФ почти повсеместно наблюдаются активно деградационные процессы, постоянно снижающие почвенное плодородие и ещё более ухудшающие качество земельных ресурсов [3]. Выход из сложившейся кризисной ситуации видится в модернизации аграрных и природоохранных мероприятий путём внедрения природоподобных ландшафтно – адаптивных систем в растениеводстве, оптимизации сельскохозяйственного землепользования, сохранения, восстановления и рационального использования почвенно-биологических ресурсов [1].

Анализ наработок учёных по адаптации технологий возделывания сельскохозяйственных культур в степной зоне РФ [4, 5, 6] и обобщёние собственного экспериментального материала [1, 2, 3] позволили нам научно обосновать высокоэффективные экологоориентированные технологические приёмы для систем ландшафтно- и ресурсосберегающего, экономически целесообразного степного земледелия в условиях природных и антропогенных изменений окружающей среды, включающие:

- приближение ландшафта к естественному состоянию, через контурно-ландшафтную организацию сельхозугодий, чередование поперечных склону полос сельскохозяйственных культур и степных полос с разной противоэрозионной устойчивостью;
- отведение под залужение эродированных склонов крутизной более 5°, малоплодородных участков, вершин бугров, водосборных ложбин на полях со сложным рельефом;
- контурно-полосную организацию полей севооборота, нулевую или контурную безотвальную обработку почвы с сохранением стерни и пожнивных остатков, почвозащитные севообороты с контурно-полосным размещением многолетних трав, однолетних культур и пара и контурное размещение водорегулирующих лесных полос, древесных или кустарниковых кулис, приовражных и прибалочных лесных насаждений;

- экологическую оптимизацию севооборотов и адаптивное размещение сельскохозяйственных культур в соответствии с их средообразующим влиянием; оптимизацию площадей многолетних трав, озимых, бобовых, смешанных культур, пожнивных посевов и сидеральных паров;

Следует отметить, что площади посевов сельскохозяйственных культур – «индикаторов почвосберегающего земледелия», выступающих в качестве отличных и хороших предшественников в севооборотах, в регионах степной зоны РФ значительно сократились. Например, только в Оренбургской области, за период 2000–2019 гг. площадь многолетних трав уменьшилась на 210,7 тыс. га, или на 41,6 %, однолетних трав слало меньше на 144,4 тыс. га, или на 57,3 %; на 146,5 тыс. га, или на 79,2 %, сократились площади кукурузы на зелёный корм. В качестве небольшой компенсации потерянных площадей указанных культур можно рассматривать только некоторый прирост площадей под зернобобовыми культурами (119,7 тыс. га в 2019 г.), в основном за счёт нута. Наряду с этим значительно возросли площади под «почвоутомляющими» культурами, прежде всего под подсолнечником. Его уборочная площадь в 2019 г. превысила 1 млн га, увеличившись за анализируемый период на 753,7 тыс. га, или почти в 4 раза.

Наши исследования показали, что в регионах «рискованного» земледелия засушливой степной зоны в стабилизации зернового производства с перспективами его роста высока роль озимых культур. Убедительным свидетельством данного утверждения является сильная (r = 0,990) зависимость урожайности зерновых и зернобобовых культур в целом от урожайности озимых культур.

- размещение полевых севооборотов в рациональном соотношении с кормовыми севооборотами, культурными пастбищами и сенокосными угодьями; максимально возможное содержание почвы под покровом растений или растительных остатков;

- биологизация земледелия, использование в качестве удобрения зелёной массы однолетних кормовых культур (суданская трава, донник, вика), скашиваемых в период цветения, измельчаемых и заделываемых в верхний слой почвы;

- фито- и лесомелиорация, улучшение и обустройство полезащитных лесных полос; восстановление деградированных пахотных угодий и пастбищ подсевом многолетних злаковых трав из естественных растительных сообществ, обладающих высокой почвовосстановительной способностью;

- внедрение ресурсосберегающих приёмов нулевой (no-till) и минимальной обработок почвы, технологий мульчированного посева; выращивание в севооборотах разуплотняющих культур с глубоко проникающей разветвлённой стержневой корневой системой (рапс, рыжик, сафлор, нут); оборудование техники сдвоенными колёсами с низким давлением шин; формирование органического покрывала (не менее 3–4 см) из равномерно распределённой по поверхности поля соломы и пожнивных остатков;

- восполнение отчуждённых урожаями элементов минерального питания внесением минеральных и органических удобрений под климатически обеспеченные урожаи.

Нашими исследованиями подтверждено, что указанное обстоятельство приобретает особую актуальность в условиях современных климатических и антропогенных изменений, наложившихся на последствия длительного экстенсивного почвозатратного земледелия и ставших причиной повсеместной деградации степных чернозёмов.

Установлено, что урожайность зерновых и зернобобовых культур в целом по степным регионам-лидерам зернового производства оказалась сильно связанной (r = 0,905) с количеством внесённых минеральных удобрений, в 82,0 % случаев детерминирующим вариацию урожайности.

В качестве основных направлений воспроизводства почвенного плодородия в условиях финансовой нестабильности и невозможности приобретения необходимых объёмов минеральных удобрений следует рассматривать проведение комплекса экологически целесообразных агротехнических мероприятий, адаптированных к зональным почвенно-климатическим и ландшафтным условиям. Не менее важны хозяйственная

сбалансированность отраслей растениеводства и животноводства, льготное субсидирование хозяйств со смешанной специализацией; увеличение поголовья КРС в сельскохозяйственных организациях и стимулирование вывоза на поля органических удобрений хозяйственниками всех категорий, разработка и финансирование областных программ, подобных КАХОП.

- создание и оперативное внедрение новых сортов, обладающих более высокой продуктивностью, пластичностью, иммунитетом, более высоким качеством продукции, не требующих интенсивной химической защиты от болезней и вредителей, эффективно угнетающих сорняки, формирующих биомассу за более короткий период вегетации;

- проведение комплекса агротехнических мероприятий, направленных на безопасное для окружающей среды выравнивание почвенной и растительной неоднородности; широкое использование данных дистанционного зондирования (ДДЗ), реализацию интеллектуальных цифровых технологий в управлении АПК в рамках комплексных научно-технических проектов «Цифровое землепользование» и «Цифровые технологии в АПК» [2].

Установлено, что интеграция «цифровых технологий» в ландшафтно-адаптивное земледелие степной зоны позволит оптимизировать состав и структуру сельскохозяйственных угодий, сосредоточить технологические затраты на лучших землях, создать земельный резерв для формирования ландшафтно-экологического каркаса степных регионов.

На этой основе станет возможным восстановление степных экосистем, ландшафтного и биологического разнообразия [2].

- разработку дополнительных программ вузовской подготовки и переподготовки кадров для работы по технологиям «цифрового земледелия», создание сети обучающих региональных центров и научно-технической базы для проведения обучения; формирование научно-образовательных центров (НОЦ) на базе региональных аграрных вузов и научно-исследовательских институтов, располагающих обучающими и научными кадрами;

- бездефицитное финансовое обеспечение учёных коллективов вузов и научно-исследовательских учреждений в виде государственных программ и грантовой поддержки регионального и государственного уровней, повышение статуса научного работника, стимулирование молодого поколения исследователей к научному росту.

Статья подготовлена по теме НИР Института степи УрО РАН: «Степи России: ландшафтно-экологические основы устойчивого развития, обоснование природоподобных технологий в условиях природных и антропогенных изменений окружающей среды», №ГР АААА-А17-117012610022-5.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гулянов Ю. А. Оптимизация сельскохозяйственного землепользования на основе природоподобных технологий / Ю. А. Гулянов, С. В. Левыкин, Г. В. Казачков // Вопросы степеведения. – 2018. – № 14. – С. 57–61.

2. Гулянов Ю. А. Перспективы интеграции «цифрового землепользования» в ландшафтно-адаптивное земледелие степной зоны / Ю. А. Гулянов, А. А. Чибилёв // Проблемы региональной экологии. – 2019. – № 2. – С. 32–37.

3. Гулянов Ю. А. Экологизация степных агротехнологий в условиях природных и антропогенных изменений окружающей среды / Ю. А. Гулянов, А. А. Чибилёв // Теоретическая и прикладная экология. – 2019. – № 3. – С. 5–11.

4. Мельник А. Ф. Адаптивная технология повышения урожайности и качества зерна озимой пшеницы / А. Ф. Мельник, Б. С. Кондрашин, М. А. Казорин // Зерновое хозяйство России. – 2013. – № 6. – С. 39–43.

5. Несмеянова М. А. Ресурсо- и энергосберегающие технологии возделывания культур в севооборотах с бобовыми травами / М. А. Несмеянова, А. В. Дедов // Вестник АПК Верхневолжья. – 2015. – № 2(30). – С. 74–79.

6. Тарасенко, Б.Ф. Комплексный подход к технологии производства зерновых колосовых культур / Б. Ф. Тарасенко, С. В. Оськин // Политематический сетевой электронный научный журнал Куб ГАУ. – 2013. – № 87. – С. 123–1327.

УДК 613.3(083)

ПЕСТИЦИДЫ И ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ЗЕРНЕ РИСА

Ткаченко Алла Васильевна, *кандидат химических наук, МАОУ ВО «Краснодарский муниципальный медицинский институт высшего сестринского образования»,* ***Россия,*** *г. Краснодар,* **, *Tkach5555@yandex.ru***

Шипкова Любовь Николаевна, *кандидат биологических наук, ФГБОУ ВО «Кубанский Государственный медицинский университет»,* ***Россия,*** *г. Краснодар*

Дробышева Ольга Михайловна, *кандидат медицинских наук, МАОУ ВО «Краснодарский муниципальный медицинский институт высшего сестринского образования»,* ***Россия,*** *г. Краснодар*

Экологические риски при возделывании риса связаны с применением токсичных удобрений и средств защиты растений. Нами исследовано содержание тяжелых металлов и рисового гербицида Цитадель-25 в зерне риса. Обнаружено, что содержание этих компонентов не превышает ПДК, что позволяет рекомендовать их применение при возделывании риса.

Ключевые слова: экологические риски, зерно риса, анализ, тяжелые металлы, гербицид Цитадель-25.

PESTICIDES AND HEAVY METALS IN RICE GRAIN

Tkachenko A. V., Shipkova L N., Drobysheva O. M.

Environmental risks in rice cultivation are associated with the use of toxic fertilizers and plant protection products. We studied the content of heavy metals and rice herbicide Citadel-25 in rice grain. It was found that the content of these components does not exceed the MPC, which allows us to recommend their use in rice cultivation.

Keywords: environmental risks, rice grains, analysis, heavy metals, Citadel-25.

Краснодарский край является основным производителем риса в России. Площадь его посевов в 2019 г. составила 125,2 тыс. га (117,2 тыс. га в 2018 г.), валовой сбор риса при этом увеличился с 870,7 до 945,9 тыс. т. Урожайность риса возросла с 74,3 до 75,6 ц/га в 2019 году. Такие успехи обусловлены применением современных агрохимических методов.

Современное сельское хозяйство невозможно без применения удобрений и химических средств защиты растений. Возможные потери урожая от вредных организмов могут превышать 30 %. Около 50 % применяемых в рисоводстве пестицидов приходится на долю гербицидов [1]. Большинство из пестицидов в той или иной мере токсичны, в связи с чем возникают экологические риски – попадание остатков этих веществ в объекты экосистемы и продукты растениеводства. В сельскохозяйственном производстве тяжелые металлы вносятся в почву главным образом с удобрениями и пестицидами.

Ранее нами исследовано содержание рисового гербицида в сбросных водах рисовых систем [2]. Настоящая работа посвящена определению тяжелых металлов и главного рисового гербицида Цитадель-25 в зерне риса.

Образцы зерна риса отбирали на трех рисовых чеках Красноармейского района Краснодарского края с одинаковой агрохимической историей, не имеющих общих границ. Контролем служили образцы фитоматериала, взятые на расстоянии 20–30 м от рисовых чеков, куда пестициды и удобрения не вносились.

В экспериментальной работе нами использованы методики, включающие извлечение цинка экстракционным методом из зерна или фитоматериала (экстрагент-β-дикетон) с последующим фотометрическим его определением в экстракте в виде окрашенных соединений дитизона по классическому методу Г. Иванчева [3]. Концентрацию металлов определяли также на оптическом эмиссионном спектрометре с индуктивно-связанной плазмой «Optima-2100-DV» и компьютерной обработкой результатов по программе Мультихром. Содержание гербицида определяли методом газовой хроматографии после экстракции. Для повышения чувствительности определения экстракт препарата подвергали ионообменному концентрированию [2].

Полученные в результате проведенных исследований экспериментальные данные (средние из четырех проб) приведены в таблице.

Таблица – Содержание компонентов в зерне риса, мг/кг

Компонент	Чек 1	Чек 2	Чек 3	Среднее значение	Контроль
Цинк	0,232	0,198	0,304	0,245	0,109
Свинец	0,087	0,134	0,115	0,112	0,006
Железо	3,175	2,980	3,046	3,067	3,150
Остаточное количество гербицида	0,003	-	0,002	0,0017	-

Содержание цинка в исследованных пробах 0,2–0,3 мг/кг, свинца 0,09–0,13 мг/кг, что не превышает допустимых пределах. Относительно высокие показатели по железу (в том числе в контроле) объяснимы высоким содержанием этого элемента в Краснодарской биогеохимической провинции. Остаточное количество гербицида – на пределе обнаружения или отсутствует совсем.

Анализируя полученные данные, можно сделать заключение, что содержание гербицида Цитадель-25 и тяжелых металлов в зерне риса не превышает ПДК, что позволяет рекомендовать их применение при возделывании риса.

Одним из вариантов снижения экологических рисков является применение в фермерских хозяйствах ряда стран *уток вместо гербицидов.*

Утки отлично справляются с замещением синтетических инсектицидов и гербицидов. Они поедают насекомых – вредителей и сорные растения с семенами, оставляя при этом нетронутым рис. Они делают ненужной покупку удобрений, так как отходами жизнедеятельности удобряют рисовые поля ежедневно. Утки сократили затраты на рабочую силу и оборудование. Больше не надо нанимать персонал для опрыскивания и спецтехнику. Птицы отлично растут на выпасе в затопленном рисовом поле, обогащая рацион владельцев и уменьшая затраты на покупку пищи. Экологически чистый рис можно продавать по более высоким ценам [4]. Мы не считали, сколько уток потребуется на 100 000 га, но сама идея представляет интерес.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ковалев В. С., Мырзин А.С. Система защиты риса //Защита и карантин растений. – 2013. – № 7. – С. 48–50.

2. Ткаченко А. В. Экологические проблемы содержания гербицидов в продуктах сельского хозяйства / А. В. Ткаченко, В. В. Литвин // Экологические проблемы развития агроландшафтов и способы повышения их продуктивности : сб. статей по материалам Междунар. науч. экол. конф. – Краснодар, 2018. – С. 52–54.

3. Справочник химика 21 // Химия и химическая технология. – С. 99.

4. Интернет ресурс https://www.agroxxi.ru/zhivotnovodstvo/sobytija/utki-vmesto-pesticidov-dlja-vyraschivanija-risa-5-plyusov-drevnekitaiskoi-tehnologii.html

УДК 631.421

ПРИМЕНЕНИЕ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ МОНИТОРИНГА ВЫНОСА ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ПОЧВЫ

Прущик Анастасия Викторовна, *кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБНУ «Курский ФАНЦ»,* ***Россия****, г. Курск,* model-erosion@mail.ru

Показана возможность применения метода дождевания стоковых площадок для изучения выноса химических веществ вместе со стоком с сельскохозяйственных угодий.

Ключевые слова: биогенные вещества, метод дождевания, дождевальные установки.

APPLICATION OF SPRINKLING FOR MONITORING THE LOSSES OF CHEMICALS FROM THE SOIL

Prushchik A. V.

The possible of applying the sprinkling method runoff platform to study the removal of chemicals along with runoff from agricultural land is shown.

Keywords: biogenic substances, sprinkling method, sprinklings.

В связи с постоянно увеличивающейся химической нагрузкой на почву в виде поступающих веществ из минеральных удобрений, пестицидов остро стоит проблема загрязнения агроландшафтных систем и их детоксикации. Для контроля накопления в почве, а также выноса различных химических веществ вместе с частицами почвы и в растворенной форме с поверхностным стоком необходимо проводить мониторинг сельскохозяйственных угодий.

Применение жидких комплексных удобрений по сравнению с твердыми удобрениями более эффективно при соответствующих дозах действующего вещества [1]. Положительные результаты показали эксперименты по дробному внесению минеральных удобрений в растворенной форме вместе с поливной водой при орошаемом земледелии [2].

Проведение мониторинга является достаточно затратным мероприятием. В наших исследованиях мы проводили физическое моделирование дождевых осадков, выпадающих на стоковую площадку. Метод дождевания основан на критерии подобия естественных и искусственных дождей. Эксперименты проведены на основе методики определения потерь из почвы биогенных веществ [5]. Достоинство этого метода заключается в достаточно быстром получении результатов, мобильности дождевальной установки, низкой погрешности и возможности применения полученных экспериментальных результатов для естественных дождей.

Для проведения исследований методом дождевания в лаборатории Защиты почв от эрозии были разработаны два разных варианта дождевальных установок: 1) лабораторно-полевая дождевальная установка [3] с максимальной площадью орошения 3 м^2, позволяющая изучать последствия дождевой эрозии, смыв и сток, вынос биогенных элементов, тяжелых металлов в растворенной форме и вместе с почвенными частицами; 2) портативная лабораторно-полевая дождевальная установка [4] с площадью орошения 0,05 м^2, позволяющая изучать впитывающую способность почвы при выпадении дождя, вынос со стоком биогенов и тяжелых металлов в растворенной форме.

Для проведения исследования выбирали участок с уклоном, устанавливали стоковые площадки и проводили дождевание. При этом определяли интенсивность дождя, влажность и плотность почвы на экспериментальном участке, проективное покрытие или же отсутствие растений (паровое поле), время начала стока. Сток и смыв собирали в специальное устройство для улавливания, взвешивали через определенное время (например, 1 мин), затем для отделения почвенных частиц использовали фильтры. Полученный таким образом сток воды может быть дополнительно очищен, например центрифугированием, и сдавали в лабораторию массовых анализов, чтобы определить количество химических веществ в растворенной форме.

При использовании портативной дождевальной установки почву с поля отбирают специальными цилиндрами, которые в дальнейшем являются стоковыми площадками. С целью уменьшения погрешности получение данных дождевания проводят в лабораторных условиях. Также можно создать искусственные почвенные образцы для определения влияния какого-либо одного параметра на вынос химических веществ, например, для изучения влияния температуры воды или почвы на потерю биогенных веществ из почвы. При создании разных искусственных почвенных образцов с одинаковой влажностью, плотностью исключается влияние этих факторов на полученные результаты.

Например, для определения влияния внесения жидких удобрений в почву (с поливной водой) проводили эксперимент с искусственно созданными почвенными образцами, с одинаковой влажностью (16 %) и плотностью (1,2 г/см^3). В качестве контроля использовали дистиллированную воду. Результаты представлены по подвижному фосфору на рисунке.

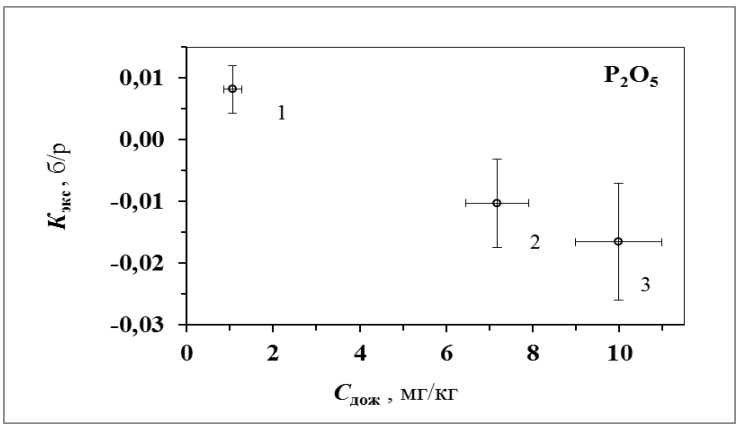


Рисунок – Зависимость коэффициента экстракции от концентрации P_2O_5 в дожде (1 – контроль; 2 – одна доза удобрений; 3 – двойная доза удобрений)

Анализ диаграммы показывает, что для вариантов с внесением одинарной и двойной доз удобрений в воду значение коэффициента экстракции достоверно отрицательное. Это означает, что исследуемое вещество из дождевой воды впитывается в почву. Следовательно, часть удобрения, внесенного в дождевую воду, останется в почве. Однако на контрольном варианте коэффициент экстракции достоверно положителен, т. е. при выпадении осадков, исследуемое химическое вещество в растворенной форме будет вместе со стоком вымываться из почвы.

Аналогичные исследования проводились и для других биогенных веществ, а также для тяжелых металлов (цинк, свинец). Предлагаемый метод дождевания стоковых площадок позволяет быстро оценить вынос различных химических веществ с сельскохозяйственных угодий и оценить эффективность противоэрозионных мероприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. http://www.kaicc.ru/otrasli/udobrenija/issledovanie-sravnitelnoj-jeffektivnosti-primenenija-zhidkih-kompleksnyh-udobreni (дата обращения 15.01.2020).

2. Городничев В. И. О внесении удобрений с поливной водой / В. И. Городничев // Природообустройство. – 2008. – № 4. – С. 10–15. (дата обращения 15.01.2020).

3. Вытовтов В. А. Лабораторно-полевая дождевальная установка / В. А. Вытовтов, Ю. П. Сухановский, С. И. Санжарова, А. В. Прущик, Ю. А. Соловьева / Патент на изобретение RUS 2519789 от 17.04.2014.

4. Вытовтов В. А. Портативная лабораторно-полевая дождевальная установка / В. А. Вытовтов, Ю. П. Сухановский, А. В. Прущик / Патент на полезную модель RUS 184625 от 03.04.2018.

5. Сухановский Ю. П. Методика определения потерь из почвы биогенных веществ с использованием портативной дождевальной установки / Ю. П. Сухановский, В. А. Вытовтов, Ю. А. Соловьева, А. В. Прущик, С. И. Санжарова, А. Г. Титов // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30. – № 6. – С. 68–71.

УДК 631.45

ТОКСИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ МЕДИ И БЕНЗ(А)ПИРЕНА НА ПРОРОСТКИ ЯЧМЕНЯ ЯРОВОГО

Дудникова Тамара Сергеевна, *ФГАОУВО ЮФУ Академия биологии и биотехнологии имени Д. И. Ивановского,* ***Россия****, Ростов-на-Дону, tyto98@yandex.ru.*

Сушкова Светлана Николаевна, *кандидат биологических наук, ФГАОУВО ЮФУ Академия биологии и биотехнологии имени Д. И. Ивановского,* ***Россия****, Ростов-на-Дону, terra_rossa@mail.ru*

Минкина Татьяна Михайловна, *доктор биологических наук, профессор ФГАОУВО ЮФУ Академия биологии и биотехнологии имени Д. И. Ивановского,* ***Россия****, Ростов-на-Дону, tminkina@mail.ru*

Антоненко Елена Михайловна, *кандидат биологических наук, ФГАОУВО ЮФУ Академия биологии и биотехнологии имени Д. И. Ивановского,* ***Россия****, Ростов-на-Дону, antonenko1102@yandex.ru*

Барбашев Андрей Игоревич, *ФГАОУВО ЮФУ Академия биологии и биотехнологии имени Д. И. Ивановского,* ***Россия****, Ростов-на-Дону, e-mail: barbashev_andrei@mail.ru.*

Черникова Наталья Петровна, *ФГАОУВО ЮФУ Академия биологии и биотехнологии имени Д. И. Ивановского,* ***Россия****, Ростов-на-Дону, nat.tchernikova2013@yandex.ru*

Лобзенко Илья Павлович, *ФГАОУВО ЮФУ Академия биологии и биотехнологии имени Д. И. Ивановского,* ***Россия****, Ростов-на-Дону, bkmzyoyo@gmail.com.*

Барахов Анатолий Вадимович, *ФГАОУВО ЮФУ Академия биологии и биотехнологии имени Д. И. Ивановского,* ***Россия****, Ростов-на-Дону, tolik.barakhov@mail.ru.*

Ячмень яровой является одной из основных возделываемых культур на юге России. Содержание в почве различных поллютантов оказывает негативное воздействие на рост и развитие ячменя ярового. Максимальный негативный эффект установлен для почв, загрязненных БаП совместно с CuO, где средняя длина корня и стебля растения ниже более чем в 5 раз по сравнению с контрольным образцом.

Ключевые слова: бенз(а)пирен, CuO, модельный эксперимент, ячмень яровой, морфобиометрические характеристики.

CHANGE OF MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF SPRING BARLEY UNDER THE INFLUENCE OF VARIOUS SOIL CONTAMINATION

Dudnikova T. S., Sushkova S. N., Minkina T. M., Antonenko E. M., Barbashev A. I., Chernikova N. P., Lobzenko I. P., Barakhov A. V.

Spring barley is one of the main cultivated crops in southern Russia. The content of various pollutants in the soil has a negative effect on the growth and development of spring barley. Moreover, the soil toxicity class varies depending on the specifics of the pollutant itself and the dose of its application. The maximum negative effect was established for soils contaminated with benz(a)pyrene together with copper oxide, where the average length of the root and stem of the plant is more than 5 times lower than in the control sample.

Keywords: benz(a)pyrene, CuO, model experiment, spring barley, morphometric characteristics.

Введение. В Ростовской области более 88 % земель заняты под сельским хозяйством, 4,4 % земель приходится на земли городов, а 0,9% занимают промышленные земли [7]. По данным Министерства природных ресурсов за 2018 г. в результате промышленной деятельности в окружающую среду попало более 2700 т отходов производства [7]. Близкое расположение сельскохозяйственных районов к промышленным территориям, населенным пунктам и автомагистралям может наносить вред выращиваемым культурам за счет загрязнения почв различными поллютантами [6]. Одними из наиболее распространенных и опасных химических загрязнителей, массовая аккумуляция которых в природных ландшафтах связана с деятельностью различных отраслей промышленности, являются тяжелые металлы, в частности Cu (II класс опасности) и полиарены, как бенз(а)пирен (БаП) (I класс опасности), которые чаще всего присутствуют совместно. Предельно допустимая концентрация (ПДК) БаП в поч-

ве составляет 20 нг/г [2], ориентировочно допустимая концентрация (ОДК) CuO в почвах составляет 132 мг/кг [1].

Целью данной работы являлось изучить влияние загрязнения почвы поллютантами различных классов соединений на рост и развитие ячменя ярового.

Для достижения цели поставлен фитотест. Схема опыта включала: 1) контроль (без внесения химических загрязнителей), 2) контроль + CuO (5 ОДК), 3) контроль + БаП (10 ПДК), 4) контроль + CuO + БаП (5 ОДК + 10 ПДК). Почва для опыта отобрана с особо охраняемой природной территории Персиановская заповедная степь [3] и представляет собой чернозем обыкновенный со следующими свойствами: содержание физической глины 52 %, ила 30 %, гумуса 4,2 %, pH водной вытяжки 7,5, содержание $CaCO_3$ 0,4%, емкость катионного обмена (ЕКО) 33 смоль(+)/кг. Отобранную для опыта почву очищали от растительных остатков и других включений, перетирали в фарфоровой ступке и пропускали через сито с диаметром отверстий 1 мм. Навески почвы (50 г) переносили в чашки Петри и добавляли поллютанты согласно схеме опыта. После внесения химических загрязнителей почву инкубировали в течение недели. Влажность в исследуемых образцах почв поддерживали на уровне 60 % от полной полевой влагоемкости в течение всего времени проведения эксперимента [4]. Высев растений проводили пинцетом в каждую чашку по 15 заранее пророщенных семян ярового ячменя сорта Одесский 100. Семена проращивали в кристаллизаторах между двумя слоями увлажненной фильтровальной бумаги в термостате при температуре 25 ^{0}C [5]. Отбор проб растений проводили по истечению 1 нед с момента высева. Осторожно извлекали растения из чашек Петри и очищали корневую часть от почвы. Измеряли длину корней и стеблей тест-культуры. Повторность в опыте трехкратная.

Результаты. В ходе исследования установлено снижение длины корней и стеблей ячменя, выращенного на загрязненной медью почве, в 3.3 раза по сравнению с контрольным образцом (рисунок 1). Внесение БаП оказывает больший токсический эффект и снижает длину корня и стебля в 4,5 раз. Совместное присутствие в почве CuO и БаП усиливает негативный эффект и приводит к снижению длины корня ячменя в 5 раз по сравнению с растением, выращенным на незагрязненной почве.

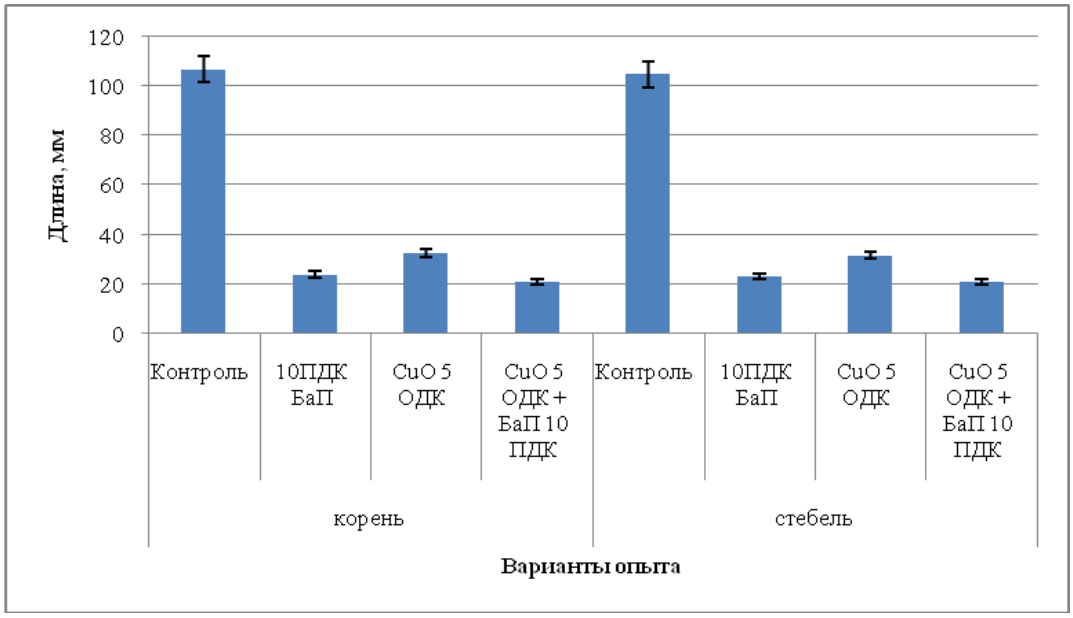


Рисунок 1 – Изменение средней длины корней и стеблей ячменя ярового при раздельном и совместном загрязнении почвы CuO и БаП

При сочетанном загрязнении поллютанты могут влиять на взаимное поглощение их растениями, оказывать прямое воздействие на микроорганизмы и широкий спектр микробиологических процессов, а также оказывать прямой и косвенный эффект на деградацию органических загрязнителей [8, 9, 10]. В сильно загрязненной почве необходимо учитывать отрицательное влияние ТМ, в частности Cu, на разрушение органических загрязнителей. Присутствие ПАУ, как правило, увеличивало концентрацию Cu в водных экстрактах, поэтому больше внимания следует уделять потенциальному риску накопления ТМ и для почвенной экосистемы.

Таким образом, в условиях опыта при сочетанном загрязнении морфобиометрические показатели ячменя ярового ухудшились не только по сравнению с контролем, но и по сравнению с раздельным внесением оксида меди и БаП.

Исследования выполнены при поддержке Гранта Президента МК-2973.2019.4 и РФФИ 19-34-90185.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГН 2.1.7.2511-09 Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве. Утверждено постановлением Главного санитарного врача Р.Ф. № 32 от 18.05.2009

2. ГН 2.1.7.2041-06. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. Утверждено постановлением Главного санитарного врача Р.Ф. № 32 от 19.01.2016

3. ГОСТ 17.4.4.02-2017 Охрана природы (ССОП). Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. – М. : Изд-во стандартов, 2017. – 15 с.

4. ГОСТ РИСО 22030М2009. Качество почвы. Биологические методы. Хроническая фитотоксичность в отношении высших растений. – М. : Изд-во стандартов, 2009. – 20 с.

5. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести (с Изменениями N 1, 2). – М.: Издательствово стандартов, 1984. – 10 с.

6. Квеситадзе Г. И. Метаболизм антропогенных токсикантов в высших растениях / Г. И. Квеситадзе, Г. А. Хатисашвили, Т. А. Садунишвили, З. Г. Евстигнеева. – М., 2005.

7. Экологический вестник Дона «О состоянии окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области в 2018 году». –Ростов н/Д. : Администрация Ростовской области, Комитет по охране окружающей среды и природных ресурсов, 2019. – С. 209–11.

8. Abel S. Heavy metals and benzo[a]pyrene in soils from construction and demolition rubble [Текст] / S. Abel, T. Nehls, B. Mekiffer, G. Wessolek // J. Soils Sediments. – 2015. – Vol. 15. – P. 1771–1780.

9. Sun Y. Phytoremediation for co-contaminated soils of benzo[a]pyrene (B[a]P) and heavy metals using ornamental plant Tagetes patula [Текст] / Yuebing Sun, Qixing Zhou, Yingming Xu et al. // Journal of Hazardous Materials. – 2011. – Vol. 186. – P. 2075–2082

Vácha R. Toxic elements and persistent organic pollutants derived from industrial emissions in agricultural soils of the Northern Czech Republic [Текст] / R. Vácha, J. Skála, J. Čechmánková et al. // J. Soils Sediments. – 2015. – Vol. 15. – P. 1813–1824.

УДК 631.465

ВЛИЯНИЕ БИОЧАРА НА ДЕГИДРОГЕНАЗНУЮ АКТИВНОСТЬ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВРЕМЕНИ ИНКУБАЦИИ

Зинченко Владислав Владимирович, *ФГАОУ ВПО "Южный федеральный университет", Академия биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского,* ***Россия,*** *г. Ростов-на-Дону, zinj007@gmail.com*

Федоренко Елена Сергеевна, *Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского,* ***Россия,*** *г. Ростов-на-Дону*

Горовцов Андрей Владимирович, *кандидат биологических наук, Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского,* ***Россия,*** *г. Ростов-на-Дону*

Минкина Татьяна Михайловна, *профессор, доктор биологических наук, Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского,* ***Россия,*** *г. Ростов-на-Дону*

Чаплыгин Виктор Анатольевич, *кандидат биологических наук, Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского,* ***Россия,*** *г. Ростов-на-Дону*

Лобзенко Илья Павлович, *Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского,* ***Россия,*** *г. Ростов-на-Дону*

Бауэр Татьяна Владимировна, *кандидат биологических наук, Южный научный центр Российской академии наук,* ***Россия,*** *г. Ростов-на-Дону*

В условиях модельного опыта было изучено влияние времени инкубации углеродистого сорбента на дегидрогеназную активность чернозема обыкновенного. Было выявлено негативное влияние свежего биочара на ферментативную активность и положительный эффект биочара, прошедшего инкубацию в почвенной среде.

Ключевые слова: биочар, углеродистые сорбенты, биологические показатели, дегидрогеназная активность.

INFLUENCE OF THE TIME OF THE BIOCHAR INCUBATION ON THE BIOLOGICAL INDICATORS OF CHERNOZEM ORDINARY ON THE EXAMPLE OF DEHYDROGENASE ACTIVITY

Zinchenko V. V., Fedorenko E. S., Gorovtsov A. V., Minkina T. M, Chaplygin V. A., Lobzenko I. P., Bauer T. V.

Under the conditions of a model experiment, the influence of the incubation time of a carbon sorbent on the dehydrogenase activity of ordinary chernozem was studied. The negative effect of fresh biochar on enzymatic activity and the positive effect of biochar incubated with soil, were revealed.

Key words: biochar, carbon sorbents, biological indicators, dehydrogenase activity.

Введение. На данный момент во всем мире экологическое состояние почв неудовлетворительное. Почвенный покров обширных территорий представлен техногенно-загрязнёнными почвами. Для их ремедиации используют физические, биологические и химические методы рекультивации, в т. ч. углеродистые сорбенты и штаммы микроорганизмов [4].

К углеродистым сорбентам относятся продукты пиролиза растительных и животных материалов, некоторые промышленные отходы. Наиболее часто используют активированный уголь и биочар. Особенностью углеродистых сорбентов является их повышенная химическая, термическая, радиационная стойкость и высокая сорбционная способность. Согласно J. Lehmann и S. Joseph (2009), «биочар – это углеродосодержащий продукт, образующийся при нагреве биомассы (например: древесина, навоз или листья) в закрытой емкости с небольшим количеством или без доступа воздуха» [3].

При производстве биочара в нем накапливается значительное количество веществ, которые могут оказывать существенное воздействие на почву и обитающие в ней и на ней организмы. Именно поэтому внесение свежего биочара вносит основной вклад в изменения, наблюдаемые в микробных сообществах в первые месяцы после его внесения в почву.

Наиболее часто в биочаре отмечается присутствие следующих органических веществ: метанола, ацетона, бензола, метилэтилкетона, толуола, метилацетата, пропионового альдегида. Многие из этих веществ в значительной степени токсичны как для растений, так и для микроорганизмов [1]. В связи с этим, многие исследователи рекомендуют инкубировать биочар в смеси с компостами или почвенными смесями прежде чем вносить его на поля.

Многообразное влияние биочара на свойства почвы, а также на активность и численность ее микробных сообществ прямо сказывается на ферментативной активности почвы, оказывая неоднозначное действие на активность почвенных ферментов. Ферменты класса оксидоредуктаз принимают участие в окислительно-восстановительных реакциях, связаны с использованием микроорганизмами различных субстратов и играют ключевую роль в процессе гумификации. Относящиеся к этому классу микробные дегидрогеназы являются одними из наиболее показательных ферментов. В основном это внутриклеточные ферменты, и по их активности можно судить об активности микробного сообщества почвы.

Целью данной работы было изучение влияния времени инкубации биочара на дегидрогеназную активность чернозема обыкновенного карбонатного в условиях модельного опыта.

Объект и методы исследования. Объектом исследования были почвы в поймах реки Северский Донец, отобранные на территории высохшего оз. Атаманское. Для выполнения поставленной задачи был заложен модельный опыт. В загрязненную почву вносили биочар, изготовленный при температуре 500 и 700 Cº (2,5 % по массе). После внесения почва помещалась в вегетационные сосуды, доводилась до 60 % полной влагоемкости. После этого часть вегетационных сосудов была засеяна яровым ячменем (*Hordeum vulgare*). Растения выращивались в течение 31 дн. Оставшиеся сосуды инкубировали в течении 136 дн, после чего засеяли яровой ячмень (*Hordeum vulgare*) и также выращивали его в течение 31 дн. Затем производили уборку растений и отбор проб почвы для проведения анализа.

Для определения активности дегидрогеназы вносили в аналитические пробирки 6 г почвы, 1 мл 3 % раствора трифенилтетразолия хлористого, 2.5 мл 2 % раствора глюкозы. Пробирки закрывали резиновыми пробками и помещали в термостат при 37 ˚С на 24 час. Трифенилформазан экстрагировали 25 мл спирта энергичным встряхиванием в течение 1 мин, затем проводили фильтрование. Содержание ТФФ определяли при длине волны 485 нм. [2].

Результаты и обсуждение. По результатам исследования была выявленная прямая зависимость дегидрогеназной активности от времени инкубации биочара (рисунок 1).

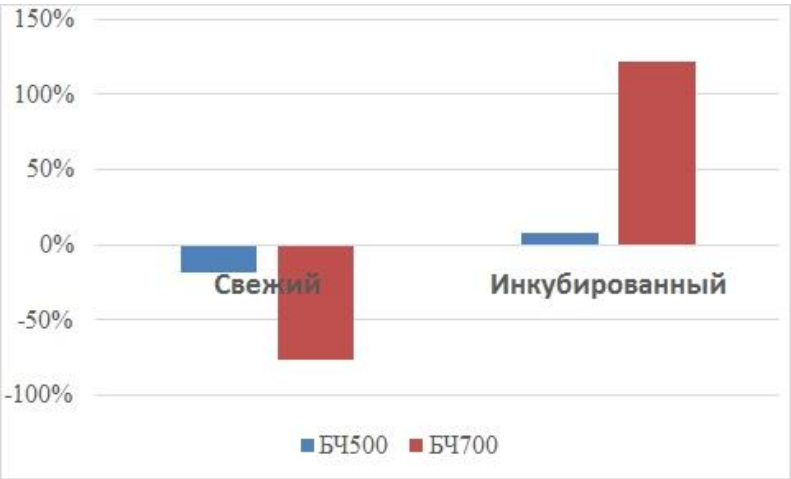


Рисунок 1 – Влияние биочаров до и после инкубации на дегидрогеназную активность (в % от контроля).

В вариантах опыта со свежим биочаром наблюдается снижение активности дегидогеназы от 18,37 до 77 %. Это можно объяснить условиями изготовления биочара, т. к. сырье было одинаково. Вероятно, при температуре пиролиза 700 Cº образуется большее количество токсичных соединений, чем при 500 Cº. Однако после инкубации биочар, при температуре 700 Cº, демонстрирует более высокие показатели, чем биочар изготовленный при температуре 500 Cº. Результаты превышают контроль на 121,6 и 8,3 % соответственно. Положительное влияние биочара, изготовленного при 700 Cº, можно объяснить тем, что в процессе пиролиза образуется либо большое количество токсичных, но малоустойчивых соединений, разрушение которых под влиянием почвенных процессов проходит в период от 1 до 81 дня; либо температурой, способствующей формированию оптимальных физических показателей поверхности биочара; либо сочетанием этим факторов. Биочар, изготовленный при 500 Cº, показывает незначительный прирост активности. Это можно объяснить неподходящей температурой пиролиза.

По итогам данного исследования можно сказать, что мелиоративные качества биочара раскрываются со временем вне зависимости от температуры изготовления биочара. Недостаточное время инкубации может привести к негативным последствиям. Вероятно, сила негативного влияния биочара на биологические показатели зависит от температуры пиролиза, и это необходимо учитывать при разработке рекомендаций по применению данного перспективного мелиоранта в производственных масштабах.

Исследование выполнено при финансовой поддержке проектов грантов РФФИ 19-34-60041; 19-29-05265 мк и гранта Президента, № МК-2818.2019.5

ЛИТЕРАТУРА

1. Dutta T. Polycyclic aromatic hydrocarbons and volatile organic compounds in biochar and biochar-amended soil: a review / T. Dutta, E. Kwon, S. S. Bhattacharya, B. H. Jeon, A. Deep, M. Uchimiya & K. H. Kim (2017) // *Gcb Bioenergy*, *9*(6), 990–1004.
2. Kızılkaya R. Microbiological characteristics of soils contaminated with heavy metals / Kızılkaya R. [et al.] //European Journal of Soil Biology. – 2004. – Т. 40. – №. 2. – С. 95–102.
3. Lehmann J. Biochar for environmental management: science, technology and implementation / J. Lehmann, S. Joseph (ed.). – Routledge, 2015.

Song B. Evaluation methods for assessing effectiveness of in situ remediation of soil and sediment contaminated with organic pollutants and heavy metals / B. Song [et al.] // Environment international. – 2017. – V. 105. – P. 43–55.

УДК 631.421

ВЛИЯНИЕ ХЛОРИДНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОВСА ПОСЕВНОГО *(AVENA SATIVA)*

Менделева Валентина Павловна, *Астраханский государственный технический университет,* ***Россия****, г. Астрахань, valentinamendeleva7622@gmail.com*

Волкова Ирина Владимировна, *доктор биологических наук, профессор, Астраханский государственный технический университет,* ***Россия****, г. Астрахань, valentinamendeleva7622@gmail.com*

В данной статье рассматривается процесс засоления почв, одна из важных экологических проблем Астраханской области. Проведен лабораторный опыт по изучению влияния солей натрия и калия на морфометрические показатели овса посевного (*Avena sativa).*

Ключевые слова: засоление, калий, натрий, овес посевной, морфометрические показатели, хлоридное загрязнение.

INFLUENCE OF CHLORIDE CONTAMINATION ON THE MORPHOMETRIC INDICATORS OF SEEDS OAT *(AVENA SATIVA)*

Mendeleva V. P., Volkova I. V.

This article discusses the process of soil salinization, one of the important environmental problems of the Astrakhan region. A laboratory experiment was conducted to study the effect of sodium and potassium salts on the morphometric parameters of seed oats (*Avena sativa*).

Key words: salinization, potassium, sodium, sowing oats, morphometric indicators, chloride pollution.

Почвенное засоление является одной из самых серьезных экологических проблем Астраханской области [2]. Причиной засоления почв является близкое расположение к земной поверхности грунтовых вод, которые вымывают различные растворенные соли, разливы высокоминерализованных пластовых вод в ходе разведки полезных ископаемых и транспортировки [1]. Быстро испаряясь, вода оставляет их в верхнем слое почвы. Известно, что интенсивность воздействия минерализованных вод на почвы и растительный покров иногда более значительна, чем нефти [5]. Высокие концентрации солей в почве нарушают ионный гомеостаз и водный режим растений, что приводит к снижению их роста и развития [4, 6].

Посев сельскохозяйственных трав на техногенно-нарушенных территориях является одним из эффективных приемов восстановления земель [3].

Целью данной работы является изучение влияния солей хлорида натрия и хлорида калия на морфометрические показатели растений. Объектом исследования был выбран овес посевной (*Avena sativa*).

Материал и методы исследований. Проведен модельный опыт влияния минерализованных растворов солей NaCl и KCl с концентрациями от 0,1 до 5,0 г/л на морфометрические показатели овса посевного (*Avena sativa).* В ходе эксперимента были измерены длина листьев и длина корней овса при хлоридно-натриевом и хлоридно-калиевом загрязнении.

Результаты. Солевое загрязнение NaCl оказывает отрицательное воздействие на овес при концентрациях 2,5 г/л. Всхожесть семян падает при повышении концентрации соли от 90–45 %. В пробе 5,0 г/л наблюдается полная гибель семян. Высокая чувствительность к растворам KCl отмечается при низких концентрациях начиная с 0,1 г/л. Полная гибель семян наступила при 2,5 г/л, всхожесть семян составила 95–20 %.

Выявлено, что при хлоридно-натриевом загрязнении повышенные концентрации соли вызывали подавление роста листьев овса от 98 до 65 % от контрольной пробы. Длина корневой системы составила от 96 до 27 %. При определении морфометрических показателей хлоридно-калиевого загрязнения длина листьев составила 96 до 56 % от контроля, длина корневой системы 92–63 % от контрольной пробы. Происходит снижение скорости произрастания растений.

Таким образом, проведенные исследования доказывают негативное влияние высоких концентраций солей калия и натрия в почвах на рост и развитие овса посевного (*Avena sativa*).

Действие хлоридного загрязнения на овес посевной (*Avena sativa*) может отличаться на разных стадиях его развития. При этом могут наблюдаться морфологические изменения, которые проявляются в укороченности стеблей, листьев и корней, уменьшении количества листьев и общей биомассы растений, появлении хлорозов и некрозов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеенко В. А. Ландшафтно-геохимические исследования и окружающая среда / В. А. Алексеенко // Отв. ред. Перельман А. И. – Ростов-на-Дону, 1989. – 121 с.

2. Беркелиев Т. Главные экологические проблемы Каспийского моря / Т. Беркелиев // Вести СОЭС. – 2002. – № 2. – С. 72–77.

3. Васин А. В. Применение стимуляторов роста при выращивании кукурузы и ячменя / А. В. Васин, А. В. Дарлин, В. В. Брежнев // Кормопроизводство. – 2009. – № 2. – С. 17–19.

4. Радюкина Н. Л. Гомеостаз полиаминов и антиоксидантные системы корней и листьев *Plantagomajo*r при солевом стрессе / Н. Л. Радюкина, С. Мапелли, Ю. В. Иванов и др.

// Физиология растений. – 2009. – Т. 56. – № 3. – С. 359–368. [публикация в сборнике трудов нескольких авторов].

5. Солнцева Н. П. Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов / Н. П. Солнцева. – М. : Изд-во МГУ, 1998. – 376 с.

6. Ясар Ф. Действие засоления на антиокислительные защитные системы, иерекисное окисление липидов и содержание хлорофилла в листьях фасоли / Ф. Ясар, С. Элиальтиглу, К. Ильдис // Физиология растений. – 2008. – Т. 55. – № 6. – С. 869–873.

УДК 631.416.8

СОДЕРЖАНИЕ ТОКСИЧНЫХ МЕТАЛЛОВ В ЧЕРНОЗЕМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ УДОБРЕНИЙ

Шабанова Ирина Вячеславовна, *кандидат химических наук, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», Россия, г. Краснодар, Shabanova_I_V@mail.ru*

Занозина Олеся Дмитриевна, *ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», Россия, г. Краснодар, olesya.zanozina@mail.ru*

Длительное применение удобрений не способствует накоплению токсичных металлов в пахотном слое почвы В ротацию с минеральными удобрениями и навозом в почву попадает цинка 24 кг/га, меди 8, свинца 2,8 и кадмия 0,02 кг/га. За счет выноса с урожаем и эрозионных процессов содержание кислоторастворимых форм меди, цинка и свинца в почве остается практически на одном уровне. Накопление кадмия в пахотном слое за ротацию в виде кислоторатсворимых и подвижных форм вызвано изменениями физико-химических показателей почвы, однако остается на уровне 0,1 ПДК, что не может привести к существенному загрязнению выращиваемой продукции.

Ключевые слова: чернозем выщелоченный, свинец, кадмий, хром, никель, минеральные удобрения.

THE CONTENT OF TOXIC METALS IN LEACHED CHERNOZEM WITH PROLONGED USE OF FERTILIZERS

Shabanova I. V., Zanozina O. D.

Long-term use of fertilizers does not contribute to the accumulation of toxic metals in the arable layer of the soil. Zinc 24 kg/ha, copper 8 kg/ a, lead 2,8 kg/ga and cadmium 0,02 kg/ga goes for crop rotation with mineral fertilizers and manure. The content of acid-soluble forms of copper, zinc and lead in the soil remains almost at the same level due to the removal with of crops and erosion processes. The increase in cadmium accumulation in the arable layer during rotation in the form of acid-soluble and mobile forms is caused by changes in the physicochemical parameters of the soil, however, it remains at the level of 0.1 MPC, which cannot lead to significant product contamination.

Keywords: leached chernozem, lead, cadmium, chromium, nickel, mineral fertilizers.

Применение удобрений способствует повышению уровня почвенного плодородия, увеличению урожайности, однако ведет к изменениям физико-химических показателей почвы. Изменяется подвижность токсичных металлов в почве, что приводит к увеличению сорбции их растениями. С минеральными удобрениями происходит внесение свинца, кадмия, хрома, никеля и ряда других металлов в почву. Источником загрязнения почв кадмием являются фосфорные удобрения импортного производства (Марокко, ЕС), которые в отличие от российских из магматической Кольской фосфоритной породы содержат следовые количества Cd [3]. Накопление меди выше ПДК на 5 % в почвах сельскохозяйственного назначения Ирана также является следствием использования минеральных удобрений. Средства защиты от грызунов и вредителей, содержащие ртуть, мышьяк, свинец, могут быть источником токсичных веществ в пахотных угодьях. Доступность растениям тяжелых металлов возрастает при применении навоза, азотных удобрений и других средств химизации земледелия.

Поэтому на опытной станции «Кубань» в 1991 г. заложен многолетний стационарный опыт по изучению влияния длительного применения удобрений на содержание и трансфор-

мацию тяжелых металлов в черноземе выщелоченном. В 11-польном севообороте выращивались кукуруза на зерно ($N_{60}P_{60}$), озимая пшеница мягких сортов ($N_{90}P_{60}K_{40}$), озимый ячмень ($N_{100}P_{60}$), сахарная свекла ($N_{90}P_{90}K_{90}$), люцерна ($N_{30}P_{30}K_{30}$), подсолнечник ($N_{40}P_{60}$) [1–2]. В начале ротации вносили 400 т/га навоза под кукурузу и 40 т/га под сахарную свеклу. Анализируемые удобрения исследовали на содержание тяжелых металлов – кадмия, свинца, цинка и меди. Основным источником токсичных металлов в почве является навоз по причине наибольшего содержания в 1 кг вещества и высоких доз внесения (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание тяжелых металлов во вносимых удобрениях, мг/кг

Удобрение	Cu	Zn	Pb	Cd
Аммофос	13,0 ± 1,5	13,6 ± 2,5	0,605 ± 0,1	0,091 ± 0,02
KCl	0,87 ± 0,3	3,33 ± 5	0,220 ± 0,07	0,049 ± 0,01
NH_4NO_3	1,60 ± 0,3	5,97 ± 5	0,415 ± 0,06	0,098 ± 0,02
Навоз полуперепревший КС (50 % H_2O)	33,9 ± 3	99,8 ± 5	4,05 ± 0,5	0,099 ± 0,02

Наименьшее содержание примесей кадмия наблюдается во всех видах минеральных удобрений, что согласуется с литературными данными по наиболее безопасным видам удобрений из сырья российского производства. За ротацию со всеми видами удобрений, включая навоз, поступает не более 20 г кадмия на 1 га (таблица 2).

Таблица 2 – Внесение тяжелых металлов в почву с удобрениями, кг/га

Удобрение	Cu	Zn	Pb	Cd
Аммофос (52 % д.в.)	0,02	0,02	0,001	$1 \cdot 10^{-4}$
KCl (60 % д.в.)	$6 \cdot 10^{-4}$	0,002	$2 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-5}$
NH_4NO_3 (34 % д.в.)	0,004	0,02	0,001	$2 \cdot 10^{-4}$
Навоз	8,50	24,9	2,80	0,007
Суммарно за ротацию	8,5	24,9	1,01	0,02
Среднее за год	0,8	2,2	0,09	0,002
Рекомендуемые дозы внесения за год, кг/га [2]	1	3	–	–

Внесение кадмия, меди и свинца с минеральными удобрениями суммарно не превышает 10 г за ротацию. Мелиорация почв, направленная на повышение плодородия за счет применения навоза, способствует внесению за ротацию до 24 кг цинка и 8,5 кг меди. Поскольку, эти элементы при невысоком содержании играют роль микроэлементов, то активно поглощаются растениями, являясь эссенциально важными для их роста и развития. Следует отметит, что даже при таких высоких дозах внесения Cu и Zn с навозом требуется дополнительная подкормка до уровня рекомендуемых доз внесения за год (таблица 2).

Таким образом, применение удобрений в средних, рекомендуемых дозах для черноземов выщелоченных не приводит к накоплению тяжелых металлов в виде примесей в почве. Однако, использование удобрений может существенно влиять на трансформацию токсичных элементов в почве и уровень поглощения их растениями. Проведенный анализ содержания свинца, кадмия, цинка и меди в пахотном слое почвы в начале ротации и по ее завершению показал динамику содержания подвижных и кислоторастворимых форм (таблица 3).

Таблица 3 – Динамика содержания кислоторастворимых и подвижных форм в пахотном слое почвы, мг/кг (КФ – кислоторастворимые формы, ПФ – подвижные формы).

Годы	Медь		Цинк		Свинец		Кадмий	
	КФ	ПФ	КФ	ПФ	КФ	ПФ	КФ	ПФ
2007	18,3	0,17	55,9	1,71	11,5	0,62	0,09	0,03
2018	22,9	0,28	60,3	0,94	15,8	1,47	0,19	0,11
ПДК	50	3,0	50	23,0	20	6,0	3,0	0,1

За истекший период ротации содержание кислоторастворимых форм меди и цинка в почве практически не изменилось. Накопление свинца в пахотном слое за ротацию составило 37 %, кадмия возросло практически в 2 раза. Содержание подвижных форм меди и свинца возросло в 2 раза, цинка снизилось в 2 раза, кадмия увеличилось в 3 раза.

Существенного накопления кислоторастворимых форм металлов в почве не наблюдалось и составило для меди 0,5 ПДК, цинка 1,2 ПДК, свинца 0,75 ПДК, кадмия 0,06 ПДК. Высокое содержание кислоторастворимых форм цинка в начале ротации свидетельствует о природном источнике металла и миграции его из подпахотного слоя при обработке почвы. Доля подвижных, доступных растениям форм тяжелых металлов в почве остается очень низкой: цинка 0,1 ПДК, меди 0,09 ПДК, свинца 0,25 ПДК, кадмия 0,1 ПДК. Степень подвижности цинка и меди в почве не превышает 1 %, свинца не более 10 %, и кадмия достигает 50 %.

Таким образом, длительное применение удобрений в ходе мелиорации земель сельскохозяйственного назначения не способствует накоплению токсичных металлов в почве, доминирующую роль играют изменения физико-химических показателей почвы, приводящие к варьированию содержания доступных растениям форм металлов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гарькуша С. В. Влияние различных технологий возделывания сахарной свеклы на содержание цинка, свинца и кадмия в почве и корнеплодах свеклы / С. В. Гарькуша, Н. Г. Гайдукова, И. В. Шабанова, Н. А. Кошеленко // Труды КубГАУ. – 2012. – № 36. –С. 125–129.

2. Гайдукова Н. Г. Биогеохимическая оценка обеспеченности чернозема выщелоченного эссенциальными микроэлементами / Н. Г. Гайдукова, И. В. Шабанова, И. И. Сидорова // Труды КубГАУ. – 2017. – № 69. – С. 129–135.

3. Шеуджен А. Х. Влияние природных и антропогенных факторов на физико-химические свойства чернозема выщелоченного и его загрязнение тяжелыми металлами / А. Х. Шеуджен, Н. Н. Нещадим, Н. Г. Гайдукова, И. В. Шабанова // Агрохимия. – 2019. – № 1. – С. 19–28.

УДК 504.064.4

СПОСОБЫ УТИЛИЗАЦИИ ЛИТИЙ-ИОННЫХ ИСТОНИКОВ ТОКА

Мельникова Анна Сергеевна, *Уфимский государственный авиационный технический университет,* ***Россия****, Республика Башкортостан, ул. Карла Маркса, 12, Уфа, melnikovaannaufa@mail.ru*

В статье рассматриваются основные области применения литий-ионных аккумуляторов, приводятся достоинства данного типа химических источников тока. Выявлено отрицательное воздействие литий-ионных аккумуляторов на окружающую среду и здоровье человека. Рассмотрены способы переработки и утилизации, а также выявлены достоинства и недостатки каждого метода.

Ключевые слова: литий-ионный аккумулятор, утилизация, литий, переработка, методы утилизации.

METHODS FOR DISPOSAL OF LITHIUM-ION CURRENT STONES

Melnikova A. S.

The article discusses the main areas of application of lithium-ion batteries, the advantages of this representative of chemical current sources are given. The negative impact of lithium-ion batteries on the environment and human health has been identified. The methods of processing and disposal are considered, as well as the advantages and disadvantages of each method are identified.

Key words: lithium-ion battery, recycling, lithium, recycling, recycling methods.

Литий-ионный аккумулятор (ЛИА) – это один из типов химических источников тока, который мы можем найти почти в каждом современном гаджете – от смартфона, ноутбука и бытовой техники до аккумулятора используемого электромобилем [1]. По мере развития промышленности к ЛИА предъявляются все более высокие требования. Основной характеристикой аккумуляторов является удельная энергия, которая отражает количество запасенной энергии в расчете на единицу массы аккумулятора. На сегодняшний день ЛИА обладают наибольшей удельной энергией, по литературным данным, теоретическая удельная энергия литий-ионных электрохимических систем составляет 300–550 Вт·ч/кг, а удельная энергия коммерческих литий-ионных аккумуляторов – 150–260 Вт·ч/кг, что соответствует 40–50 %

теоретического значения [2]. Помимо высокого значения удельной энергии, литий-ионные аккумуляторы обладают и другими достоинствами: легкий вес, высокий коэффициент действия и низкая саморазрядка.

Но с возникшей популярностью (ЛИА) остро встал вопрос об их утилизации и влиянии отходов переработки на окружающую среду. Утилизация отработанных литий-ионных аккумуляторов представляет собой одну из важнейших проблем, связанных с переработкой твердых бытовых отходов. В с вязи с большим объемом их потребления и высоким содержанием в них тяжелых металлов при разрушении и деформации (ЛИА) в окружающую среду выделяются ионы фтора. Согласно литературным данным, они более вредны для здоровья человека, чем свинец. Также при деформации литий-ионных аккумуляторов в атмосферу выделяется CO, который снижает иммунологическую активность организма человека [3]. Негативные последствия для дыхательных путей человека несут такие вещества, как бензол, стирол и толуол.

Можно предположить, что потребление (ЛИА) в мире будет только расти и по количеству единиц, и по массе. Поэтому проблема утилизации твердых бытовых отходов, и прежде всего сбор и переработка наиболее токсичных компонентов, к которым относятся (ЛИА), требует незамедлительного решения, особенно в крупных городах.

Основной проблемой переработки (ЛИА) является обеспечение при проведении утилизации пожаро- и взрывобезопасности. Это связано с тем, что в большинство литиевых источников имеет металлический литий, который характеризуется высокой химической активностью. Однако литий-ионные аккумуляторы изначально не содержат металлического лития, но при определенных условиях эксплуатации он может осаждаться на графитовом аноде [4]. Обеспечить пожаро- и взрывобезопасность можно при использовании в переработке низких температур и инертной атмосферы.

На сегодняшний день известно несколько методов утилизации литий-ионных аккумуляторов, наибольшей популярностью пользуются физический метод, который заключается в механическом измельчении аккумуляторов; гидрохимический и пирометаллургический [4].

Наиболее эффективным методом утилизации является гидрохимический метод, он был предложен специалистами из Южной Кореи. Процесс переработки состоит из нескольких стадий: термической, механической и гидрометаллургической. Для того чтобы выделить электродную массу, а также удалить пластмассовые и металлические корпуса аккумуляторов, используется термическая, а впоследствии механическая обработка. Температура термической обработки не превышает 500 °C. После выделения электродную массу обжигают в печи при температуре 700–900 °C, получая при этом концентрированную катодную массу, которая в основном состоит из $LiCoO_2$. Полученный концентрат выщелачивают азотной кислотой с добавлением пероксида водорода, способствующего восстановлению до Co(II), соединение которого легко переходит в раствор. Из такого раствора нитратов лития и кобальта можно легко получить порошкообразный $LiCoO_2$ [4].

В основе пирометаллургического метода лежит процесс сжигания раствора электролита, пластмассы и графитного электрода. Конечные вторичные продукты – металлы активного соединения анода (Mn, Ni, Co, Fe), Al и Li – находятся в составе шлака, который используют в качестве добавки для сухих строительных смесей. К сожалению, выделить литий в чистом виде при такой технологии не представляется возможным.

Основной сложностью физического метода утилизации литий-ионных аккумуляторов является низкая производительность. Это связано с необходимостью предварительной сортировки (ЛИА) по химическому составу и заряду. На сегодняшний день в России осуществляются попытки сбора отработанных источников тока, но этого недостаточно для достижения высокой эффективности физического метода.

Подводя итоги, хотелось бы отметить, что области применения и производства литий-ионных аккумуляторов непрерывно расширяются. Поэтому количество методов утилизации и технологических схем переработки ЛИА с каждым годом увеличивается. На сегодняшний день одним из наиболее действенных методов является гидрохимический.

ЛИТЕРАТУРА

1. Литий-ионный аккумулятор [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://readtiger.com/wkp/ru/ (Дата обращения : 24.01.2020).
2. Колосницын Д. В.Моделирование характеристик литий-серных аккумуляторов на основе экспериментальной оценки электрохимических свойств электродных материалов / Д. В. Колосницын, Е. В. Кузьмина, Е. В. Карасева, В. С. Колосницын // Электрохимическая энергетика. – 2019. – № 1. – С. 48–59.
3. Толмачев К. С. Экологическая опасность гибридных автомобилей / К. С. Толмачев, К. К. Евсюгин // Молодой ученый. – 2018. – № 7. – С. 44–45.
4. Зайцев В. А. Утилизация литиевых источников тока / В. А. Зайцев, В. В. Горбунова // Энергия: экономика, техника и экология. – 2008. – № 2. – С. 34–39.

УДК 631.45

СТЕПЕНЬ НАКОПЛЕНИЯ ПАУ В РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ ПОЧВ ИМПАКТНОЙ ЗОНЫ ЭНЕРГОГЕНЕРИРУЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Дудникова Тамара Сергеевна, *ФГАОУВО ЮФУ Академия биологии и биотехнологии имени Д. И. Ивановского,* ***Россия****, Ростов-на-Дону, tyto98@yandex.ru*

Сушкова Светлана Николаевна, *кандидат биологических наук, ФГАОУВО ЮФУ Академия биологии и биотехнологии имени Д. И. Ивановского,* ***Россия,*** *Ростов-на-Дону, terra_rossa@mail.ru*

Минкина Татьяна Михайловна, *доктор биологических наук, профессор ФГАОУВО ЮФУ Академия биологии и биотехнологии имени Д. И. Ивановского,* ***Россия,*** *Ростов-на-Дону, tminkina@mail.ru*

Антоненко Елена Михайловна, *кандидат биологических наук, ФГАОУВО ЮФУ Академия биологии и биотехнологии имени Д. И. Ивановского,* ***Россия,*** *Ростов-на-Дону, antonenko1102@yandex.ru*

Барбашев Андрей Игоревич, *ФГАОУВО ЮФУ Академия биологии и биотехнологии имени Д. И. Ивановского,* ***Россия,*** *Ростов-на-Дону, barbashev_andrei@mail.ru*

Дорохова Наталья Александровна, *ФГАОУВО ЮФУ Академия биологии и биотехнологии имени Д. И. Ивановского,* ***Россия,*** *Ростов-на-Дон, yazovdona@yandex.ru*

Лобзенко Илья Павлович, *ФГАОУВО ЮФУ Академия биологии и биотехнологии имени Д. И. Ивановского,* ***Россия,*** *Ростов-на-Дону, bkmzyoyo@gmail.com*

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) являются токсичными соединениями. Проведено исследование почв импактной зоны предприятия энергетического комплекса. Была определено суммарное содержание 16 ПАУ из списка приоритетных загрязнителей ЕРА США. Исследование показало, что суммарное содержание ПАУ в образцах почвы мониторинговых площадок импактной зоны НчГРЭС в значительной степени обусловлено деятельностью преобладающих ветров, а также свойствами почв в зоне влияния предприятия.

Ключевые слова: бенз(а)пирен, ПАУ, мониторинг, энергогенерирующее предприятие, роза ветров.

PAHs ACCUMULATION DEGREE IN VARIOUS SOILS TYPES OF THE ENERGY GENERATING ENTERPRISE IMPACT ZONE

Dudnikova T. S., Sushkova S. N., Minkina T. M., Antonenko E. M., Barbashev A. I., Dorokhova N. A., Lobzenko I. P.

Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) are the toxic compounds. A study was made of the impact zone of an energy complex enterprise soils. A total content of 16 PAHs were determined from the list of US EPA priority pollutants. The study showed that the total PAHs content in the soil samples of the monitoring sites of the power plant impact zone has been substantially affected by the activity of the prevailing winds, as well as the soil properties of the monitoring sites situated at the zone affected by factory.

Keywords: benzo(a)pyrene, PAHs, monitoring, energy generating factory, wind rose.

Введение. Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) – высокомолекулярные соединения, которым характерно наличие в своей структуре двух и более сконденсиро-

ванных бензольных колец. ПАУ липофильны по своей природе и имеют высокую температуру кипения. Образуются при пиролизе углеродистых материалов в условиях недостатка кислорода. Существенный вклад в загрязнение окружающей среды данными поллютантами, в том числе почвы, вносят энергогенерирующие предприятия [6]. Из всех ныне известных науке представителей ПАУ (канцерогенная активность которых эмпирически доказана) в России нормированию для почвы подлежит только бенз(а)пирен (БаП). Предельно допустимая концентрация (ПДК) БаП для почвы составляет 20 нг/г [1].

Целью данной работы являлось изучение степени накопления ПАУ в различных типах почв импактной зоны энергогенерирующего предприятия.

Объектом исследования выступили почвы импактной зоны Новочеркасской ГРЭС (НчГРЭС). Мониторинговые площадки расположены по линии преобладающего направления розы ветров (СЗ) на расстоянии 20 км (№ 4 (1,6 км), 8 (5 км), 9 (16 км), 10 (20 км)), представлены черноземами обыкновенными (ЧО) с содержанием физической глины 52–60 %, ила 28–32 %, гумуса 4,6–5,0 % и pH 7,4–7,6. Вокруг самого предприятия на расстоянии до 3 км площадки, представленные ЧО, имеют следующие характеристики: содержание физической глины 52–55, ила 27–30, гумуса 3,5–4,3 % и pH 7,4–7,6 (№ 1 (1 км СВ), № 2 (1,2 км В), № 6 (2 км С), № 7 (1,5 км С), № 11 (1,7 км ЮЗ). Площадка № 3 (2,7 км ЮЗ) характеризуется лугово-черноземной почвой (ЛЧ): физическая глина 67, ила 32, гумуса 4,6 % и pH 7,3, а № 5 (3 км ЮЗ) – аллювиальными почвами (АЛ): физическая глина 7 ил 3, гумус 3,1 %, pH 7,5.

Методы исследования. Отбор проб почв проведен методом конверта на глубину основного корнеобитаемого слоя 0–20 см [2]. Экстракцию ПАУ из почвенных образцов произвели методом омыления [5]. Концентрацию ПАУ в экстракте определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии [3].

Суммарное содержание ПАУ состоит из приоритетных ПАУ списка Агентства по защите окружающей среды, США [7].

Результаты. По преобладающей линии розы ветров суммарное содержание ПАУ в почвах мониторинговых площадок уменьшается с удалением от источника эмиссии: 3696,6 ± 123,9 нг/г (№ 4) > 1420,1 ± 63,9 (№ 8) > 1291,8 ± 64,6 > 1157,1 ± 45,1 нг/г (№ 10) (рисунок 1).

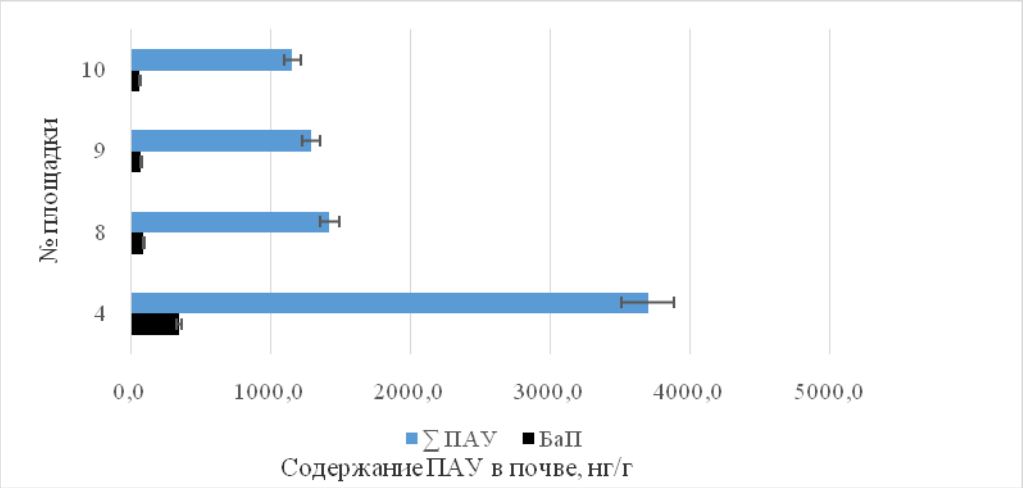


Рисунок 1 – Суммарное содержание ПАУ, а также содержание БаП в почвах мониторинговых площадок по линии преобладающего направления розы ветров

Содержание БаП в почвах мониторинговых площадок, расположенных по линии преобладающих ветров, также уменьшается с увеличением расстояния от источника эмиссии, при этом превышение ПДК составляет: 17,4 (№ 4), 4,5 (№ 8), 3,8 (№ 9), 3,4 (№ 10). В почвах площадок, расположенных вокруг НчГРЭС, суммарное содержание ПАУ было ниже, чем в почвах мониторинговых площадках, расположенных по линии преобладающего ветра, и колеблется от 738,3 ± 22,2 до 904,4 ± 39,8 нг/г (рисунок 2).

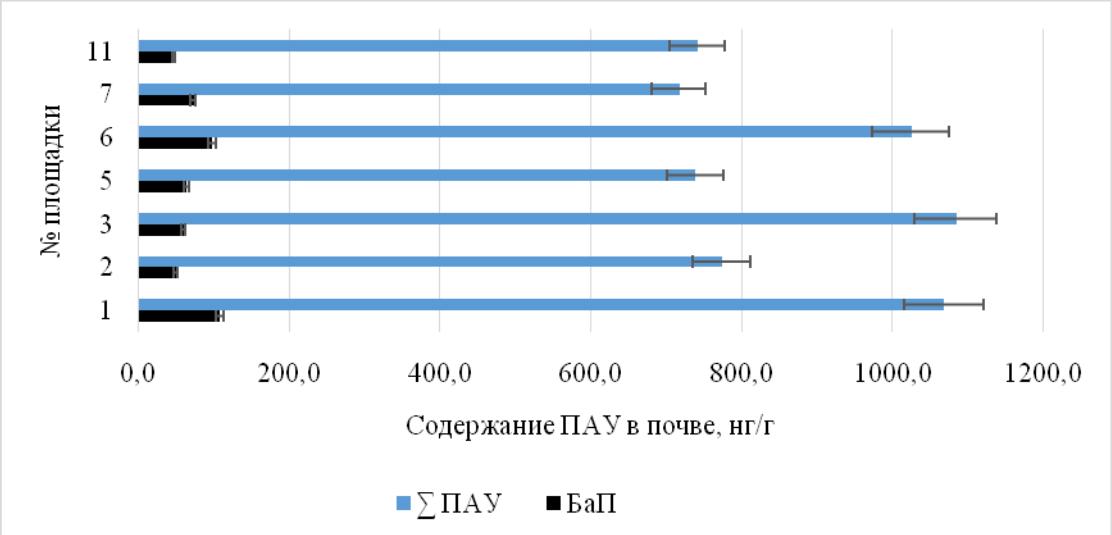


Рисунок 2 – Суммарное содержание ПАУ, а также содержание БаП в почвах мониторинговых площадок вокруг НчГРЭС

Установлено превышение ПДК БаП в 2,3–5,4 раза для ЧО. Для ЛЧ почв определено суммарное содержание ПАУ в размере 1083,7 ± 46,6 нг/г (ПДК БаП 2,9), а суммарное содержание ПАУ в АЛ почве составило 716,6 ± 20,3 нг/г (ПДК БаП 2,5).

Выводы. Степень накопления ПАУ почвой импактной зоны НчГРЭС обусловлена местом положения почвы относительно линии преобладающего направления розы ветров и источника эмиссии, а также удаленности от НчГРЭС. Вокруг предприятия суммарное содержание ПАУ в почве существенным образом зависит от свойств самой почвы, где почвы легкого гранулометрического состава (АЛ) накапливают ПАУ в 1,5 раза меньше, чем почвы тяжелого гранулометрического состава (ЛЧ). Следует отметить, что в самой удаленной почве от источника эмиссии, расположенной по линии преобладающих ветров (№ 10), суммарное содержание ПАУ выше, чем в наиболее сорбционноспособной по отношению к ПАУ ЛЧ-почве. Выявлены превышения ПДК БаП в почвах всех мониторинговых площадок и, согласно СанПин, почвы исследуемой территории относятся к сильно загрязненным [4].

Исследования выполнены при поддержке гранта РНФ № 19-74-10046.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГН 2.1.7.2041-06. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве.

2. ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа (2008). М. : Стандартинформ. – 8 с.

3. ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.62-09 Количественный химический анализ почв. Методика выполнения измерений массовых долей полициклических ароматических углеводородов в почвах, донных отложениях, осадках сточных вод и отходах производства и потребления методом высокоэффективной жидкостной хроматографии.

4. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 4.1.7.1287-03 "Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы".

5. Сушкова С. Н. Мониторинг содержания бенз(а)пирена в почвах под влиянием многолетнего техногенного загрязнения / С. Н. Сушкова, Т. М. Минкина, С. С. Манджиева [и др.] // Почвоведение. – 2017. – № 1. – С. 105–116.

6. Lamichhane S. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) removal by sorption: a review / Lamichhane S., Krishna K. B., Sarukkalige R. // Chemosphere – 2016. – № 148 – С. 336–353. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.01.036.

7. Office of the Federal Registration (OFR) Appendix A: priority pollutants // Fed Reg. – 1982; 47:52309.

УДК 631.95 : 631.582 : 633.63 : 631.8

ПОКАЗАТЕЛИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗЕРНОСВЕКЛОВИЧНОГО СЕВООБОРОТА ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ПРИМЕНЕНИИ УДОБРЕНИЙ В ЦЧР

Минакова Ольга Александровна, *доктор сельскохозяйственных наук, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свёклы и сахара им. А.Л. Мазлумова»,* ***Россия****, Воронежская обл., Рамонский р-н, пос. ВНИИСС, olalmin2@rambler.ru*

Александрова Людмила Валерьевна, *ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свёклы и сахара им. А.Л. Мазлумова»,* ***Россия****, Воронежская обл., Рамонский р-н, пос. ВНИИСС, lyuda.aleksandrova@bk.ru*

Подвигина Татьяна Николаевна, *ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свёклы и сахара им. А.Л. Мазлумова»,* ***Россия****, Воронежская обл., Рамонский р-н, пос. ВНИИСС, tatyanapodwigina@yandex.ru*

Оценка экологического состояния зерносвекловичного агроценоза на черноземе выщелоченном при длительном применении удобрений выявила повышение коэффициента использования из почвы в большей степени – Mo, S, Hg и Sr-90 (до 138 %), в меньшей – As, Cr, Cs-137 и B (до 58,4 %), но снижение коэффициента биологического поглощения токсичных элементов.

Ключевые слова: удобрения, севооборот, чернозем, ртуть, мышьяк, бор, молибден, стронций-90, цезий-137, хром, сера.

ECOLOGICAL STATE CHARACTERISTICS OF A GRAIN-BEET CROP ROTATION IN THE CENTRAL BLACK-EARTH REGION WHEN APPLYING FERTILIZERS FOR A LONG TIME

Minakova O. A., Alexandrova L. V., Podvigina T. N.

Estimation of a grain-beet agrocenosis ecological state in a field with leached black earth when applying fertilizers for a long time has revealed increase of soil Mo, S, Hg and Sr-90 utilization coefficient – to a greater extent (up to 138 %), and soil As, Cr, Cs-137 and B utilization coefficient – to a lesser extent (up to 58.4 %). But reduction of toxic elements' biological absorption coefficient is marked here.

Key words: fertilizers, crop rotation, black earth, mercury, arsenic, boron, molybdenum, strontium-90, caesium-137, chromium, sulphur.

Для того чтобы оценить опасность загрязнения агроценоза токсичными веществами используется ряд параметров, оценивающих соотношение содержания элементов в живом организме и окружающей среде. Одним из них является коэффициент биологического поглощения (КПД) – широко используемый в геохимии показатель, характеризующий накопление элемента в живых организмах равный отношению содержания химических элементов в золе организмов к его содержанию в среде обитания. Он используется для оценки связи среды и физиологической роли химического элемента, а также для выявления участия каждого элемента в биотическом круговороте [1]. А. И. Перельман [4] выделил пять рядов биологического поглощения химических элементов: энергично накапливаемые; сильного накопления; слабого накопления и сильного захвата; слабого захвата; слабого и очень слабого захвата. Величина КБП выше 1 позволяет отнести элемент к энергично накапливаемым, в основной продукции КБП выше (вследствие большей зольности), чем в побочной [2].

Для оценки динамики накопления элементов в почве и продукции агроценоза также используется и коэффициент использования элементов из почвы (КИП). Он равен отношению хозяйственного выноса элемента (с основной и побочной продукцией) к запасу элемента в почве, умноженному на 100 [3]. Удобрения увеличивают КИП микроэлементов растениями [6]. На доступность элементов могут влиять кислотность, гранулометрический состав, степень насыщенности основаниями, содержание полуторных окислов [5]. Снижение содержания многих элементов в растениях свидетельствует об истощении плодородия почв и ухудшает качество растительной продукции [7].

Научные исследования проводились в 2014–2017 гг. в стационарном зернопаропропашном севообороте для изучения влияния применения удобрений на

черноземе выщелоченном в условиях зоны неустойчивого увлажнения лесостепи ЦЧР (год закладки 1936) в севообороте со следующим чередованием культур: черный пар – озимая пшеница – сахарная свекла – ячмень с подсевом клевера – клевер 1-го года пользования – озимая пшеница – сахарная свекла – однолетние травы (горох +овес) – овес. Схема опыта: без удобрений; $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 25 т/га навоза, $N_{90}P_{90}K_{90}$ + 25 т/га навоза; $N_{135}P_{135}K_{135}$ + 25 т/га навоза; $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 50 т/га навоза; $N_{120}P_{120}K_{120}$ + 50 т/га навоза; $N_{190}P_{190}K_{190}$. Применяли нитроаммофоску (N : P : K = 16 : 16 : 16) под сахарную свеклу (2 раза за ротацию севооборота) перед основной обработкой (глубокой вспашкой на 30–32 см), навоз – в черном пару (1 раз за ротацию).

Результатами исследований установлено, что наименее низкий коэффициент использования из почвы всех изученных элементов был в варианте без удобрений. Применение удобрений в наибольшей степени способствовало увеличению КИП Mo, S, Hg и Sr-90 (на 17,5–85,0, 31,2–138, 31,2–105 и 15,4–96,0 % соответственно) относительно контроля (таблица 1). Более всего КИП этих элементов увеличивало применение $N_{90}P_{90}K_{90}$ + 25 т/га навоза, $N_{135}P_{135}K_{135}$ + 25 т/га навоза, $N_{45}P_{45}K_{45}$+50 т/га навоза, несколько меньше – $N_{190}P_{190}K_{190}$ и $N_{120}P_{120}K_{120}$ + 50 т/га навоза. Увеличение КИП As, Cr, Cs-137 и B было отмечено на более низком уровне (повышение относительно контроля на 17,4–52,2, 46,0–50,8, 11,9–47,6 и 22,2–58,4 %), более всего этому способствовало применение $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 50 т/га навоза, $N_{190}P_{190}K_{190}$, $N_{90}P_{90}K_{90}$ + 25 т/га навоза, $N_{135}P_{135}K_{135}$ + 25 т/га навоза.

Повышение КИП связано в основном с увеличением выноса элемента с возросшей урожайностью культуры, а стоящее в знаменателе содержание в почве повышалось менее значительно. Разница в КИП для разных элементов обусловлена главным образом их содержанием в единице сухого вещества и её отношением к содержанию в почве.

Таблица 1 – Коэффициент использования элементов из почвы сахарной свеклой под влиянием применения удобрений

Вариант	Hg	As	Cr	Cs-137	Sr-90	B	Mo	S
Без удобрений	0,064	0,023	0,050	0,042	0,149	0,392	0,286	0,186
$N_{45}P_{45}K_{45}$ + 25 т/га навоза	0,084	0,027	0,104	0,047	0,172	0,479	0,370	0,244
$N_{90}P_{90}K_{90}$ + 25 т/га навоза	0,094	0,029	0,092	0,060	0,241	0,514	0,479	0,443
$N_{135}P_{135}K_{135}$ + 25 т/га навоза	0,097	0,028	0,090	0,060	0,292	0,601	0,409	0,311
$N_{45}P_{45}K_{45}$ + 50 т/га навоза	0,104	0,035	0,100	0,059	0,229	0,621	0,529	0,368
$N_{120}P_{120}K_{120}$ + 50 т/га навоза	0,095	0,028	0,087	0,054	0,237	0,594	0,336	0,266
$N_{190}P_{190}K_{190}$	0,131	0,030	0,073	0,062	0,208	0,613	0,504	0,293

В стационарном опыте ВНИИСС установлен ряд интенсивности использования элементов растениями сахарной свеклы по величине КИП: B>Mo>S>Sr-90>Hg>Cr>Cs-137>As. На основании ряда установлено, что более всего культурой используются необходимые микроэлементы бор и молибден, а также макроэлемент сера, менее всего – Cs-137 и As. Из токсичных элементов больше всех поглощается Hg, из радиоактивных – Sr-90, что свидетельствует об их наибольшей опасности для живых организмов вследствие наиболее легкого встраивания в метаболизм растений.

При увеличении доз с $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 25 т/га навоза до $N_{135}P_{135}K_{135}$ + 25 т/га навоза КБП Hg для сахарной свеклы достоверно снижался относительно контроля (до 10,2 %) (таблица 2), но повышался при $N_{190}P_{190}K_{190}$. Было отмечено снижение накопления As на 4,30–15,3 %, более всего при $N_{135}P_{135}K_{135}$+25 т/га навоза. КБП бора имел тенденцию к повышению до 10,1 %, Mo – достоверно повышался на 7,95–18,7 %, кроме вариантов $N_{135}P_{135}K_{135}$ + 25 т/га навоза и $N_{120}P_{120}K_{120}$ + 50 т/га навоза.

Для ячменя отмечалось достоверное снижение КБП для ртути, бора, и повышение для Mo, что, соответственно составило 4,13–17,7 %, 10,8–13,1 и 10,5–26,3 %. Дозы $N_{90}P_{90}K_{90}$ +

25 т/га навоза, $N_{135}P_{135}K_{135}$ + 25 т/га навоза в большей степени влияли на динамику КБП зерновой культуры, несколько меньше – $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 50 т/га навоза и $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 25 т/га навоза. Ряд КБП растений в севообороте имеет вид: As<Hg<Mo<B, при этом КБП бора и молибдена у ячменя был выше, чем у сахарной свеклы, видимо, вследствие большей зольности.

Таблица 2 – Коэффициент биологического поглощения элементов сахарной свеклы и ячменя (основная продукция)

Вариант NPK + навоз, т/га	Сахарная свекла				Ячмень			
	Hg	As	B	Mo	Hg	As	B	Mo
Без удобрений	0,600	0,163	2,97	1,76	0,654	0,149	5,27	2,66
$N_{45}P_{45}K_{45}$ + 25	0,576	0,162	3,05	1,90	0,577	0,153	4,70	3,23
$N_{90}P_{90}K_{90}$ + 25	0,575	0,141	2,67	1,96	0,560	0,140	4,73	2,74
$N_{135}P_{135}K_{135}$ + 25	0,539	0,138	3,10	1,77	0,538	0,133	4,96	2,71
$N_{45}P_{45}K_{45}$ + 50	0,621	0,161	2,79	1,90	0,723	0,157	4,58	3,36
$N_{120}P_{120}K_{120}$ + 50	0,612	0,142	3,27	1,57	0,627	0,147	5,18	2,46
$N_{190}P_{190}K_{190}$	0,739	0,156	3,22	2,09	0,658	0,157	4,89	2,94
$НСР_{05}$	0,041	0,011	-	-	0,008	-	0,25	0,21

Таким образом, удобрения повышали коэффициент использования элементов из почвы за счет возросшей урожайности, разница обусловлена уровнем поступления элемента в растения. Больше всего увеличивался КИП Mo, S, Hg и Sr-90 (до 138 %), меньше всего – Cs-137 (до 46,0 %). Изменение коэффициента биологического поглощения у культур свидетельствовало о том, что удобрения снижали концентрирование токсичных элементов, а поведение необходимых микроэлементов в агроценозе зависело от физиологических особенностей сельскохозяйственных растений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коэффициент биологического поглощения // Словари и энциклопедии на Академике. – URL : http://dic.academic.ru/dic.nsf/ecolog/4358 (дата обращения: 29.09.2017).
2. Лукин С. В. Экологическая оценка запасов цинка, меди и молибдена в агроценозах лесостепи центрально-черноземной области / С. В. Лукин, Р. М Хижняк // Агрохимия. – 2015. – № 8. – С. 64–72.
3. Нормативные показатели выноса и коэффициент использования питательных веществ сельскохозяйственными культурами из минеральных удобрений и почв. – М. : Колос, 1988. – 28 с.
4. Перельман А. И. Геохимия ландшафта / А. И. Перельман. – М. : Высшая школа, 1975. – 342 с.
5. Применение микроэлементов // Агрохимия. – URL : http://agrohimija.ru/pochva-rastenie-udobrenie/50-ispolzovanie-elementov-pitaniya-iz-pochvy-chast-1.htm (дата обращения 30.10.2019).
6. Скудаева Е. А. Химические показатели использования макро- и микроэлементов из почвы и удобрений растениями суданской травы / Е. А. Скудаева // Вестник Омского Государственного аграрного университета. – 2013. – № 2 (10). – С. 3–6.
7. Сысо А. И. Химические элементы и их соединения в почвах и растениях нативных и антропогенных экосистем Сибири / А. И. Сысо, Т. И. Сиромля / Биогеохимия химических элементов и соединений в природных средах : материалы III Междунар. школы-семинара молодых исследователей. –Тюмень : Издательство Тюменского государственного университета, 2018. – 452 с.

УДК 691.545

КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ ШЛАМА ХИМВОДООЧИСТКИ

Кречко Наталья Александровна, *УО «Белорусский национальный технический университет», **Республика Беларусь**, г. Минск*
Шагойко Юлия Владимировна, *УО «Белорусский национальный технический университет», **Республика Беларусь**, г. Минск*
Евсеева Елена Анатольевна, *кандидат технических наук, доцент, УО «Белорусский национальный технический университет», **Республика Беларусь**, г. Минск*

В работе представлены результаты исследования физико-механических свойств композиционного материала, изготовленного методом полусухого прессования на основе шлама химводоочистки, цемента и тонкомолотого песка.
Ключевые слова: шлам химводоочистки, добавка к цементу, отход, карбонат кальция, давление прессования, полусухое прессование.

COMPOSITE MATERIAL BASED ON CHEMICAL WATER CLEANING

Krechko N. A., Shagoyko Yu. V., Evseeva E. A.

The paper presents the results of a study of the physicomechanical properties of a composite material based on sludge from chemical water treatment, cement and fine sand made by semi-dry pressing.
Key words: chemical water treatment slurry, cement additive, waste, calcium carbonate, pressing pressure, semi-dry pressing.

Поступательное развитие энергетики, как основной и определяющей прогресс отрасли промышленности, приводит ко все большему загрязнению и деградации окружающей среды. Многотоннажные отходы, образующиеся в результате деятельности предприятий энергетического комплекса, выводят проблему их переработки и утилизации в разряд приоритетных. В процессе снижения жесткости воды на стадии предварительной очистки на тепловых электроцентралях и в котельных образуются десятки тысяч тонн шлама. Это результат взаимодействия известкового молока с растворенными в воде карбонатами кальция, магния и железа. Перед складированием шлам, содержащий 97–99 % влаги, обезвоживают. Поскольку отход практически не опасен (5 класс), его подвергают захоронению в поверхностных хранилищах, однако при этом происходит отчуждение больших площадей, создается угроза их засоления, минерализации подземных вод прилегающих территорий и ухудшения гидрохимического режима близлежащих водоемов. Химический состав шлама достаточно стабилен и содержит следующие соединения (масс. %): SiO_2 – 1,7–5,1; $Fe(OH)_3$ – 5,0–7,5; $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ – 3,2–9,8; $CaCO_3$ – 63,1–71,2; $MgCO_3$ – 4,0–6,1; органические вещества – 6,4–9,2. Следует отметить, что основным компонентом является карбонат кальция.

Универсального метода обработки и утилизации шлама химводоочистки в настоящее время не существует, однако предпринимаются попытки его использования в качестве сорбента для очистки сточных вод от нефтепродуктов. Это дает возможность последующей утилизации шлама путем совместного сжигания с топливом на ТЭС, т. к. теплота его сгорания (5480,4 ккал/кг) сравнима с теплотой сгорания каменных углей [1]. Высокая дисперсность (размеры частиц преимущественно до 20 мкм) и относительно стабильный состав отхода предполагает его использование в промышленности строительных материалов в качестве сырья, а также микронаполнителей и модифицирующих добавок [3].

Положительные результаты были получены при использовании шлама химводоочистки (ХВО), который образуется на Мозырской ТЭЦ (Беларусь), в качестве добавки к цементу при получении мелкоштучных изделий строительного назначения методом прессования. Поскольку шлам не имеет вяжущих свойств, его влияние на прочность готового изделия должно определяться наличием достаточного количества коагуляционных контактов и равномерного распределения тонкодисперсного наполнителя в пустотах твердой фазы бетона. Это возможно достичь путем оптимизации гранулометрического состава и получения бо-

лее плотной структуры цементного камня. При проведении исследований в качестве вяжущего использовался портландцемент завода «Кричевцементошифер» (Беларусь) марки ПЦ 500-Д0-Н, ГОСТ 10178–85; песок для строительных работ, ГОСТ 8736–2014, предварительно размолотый до размера частиц менее 40 мкм, и шлам ХВО, имеющий крупность твердой фазы преимущественно в пределах 3–40 мкм. Для прессования изделий использовались цилиндрические толстостенные формы с внутренним диаметром 5 см. Давление прессования изменялось с 25,5 до 127,5 МПа, влажность исходной смеси компонентов поддерживалась в пределах 8–9 масс.%. При изготовлении образцов варьировалось содержание шлама ХВО от 34 до 69 масс.%, песка от 17 до 52 масс.%. Доля цемента оставалась постоянной – 14 масс.%. Для обеспечения диффузии воды к поверхности гранул клинкера процесс твердения осуществлялся под водой при температуре 20 ± 2 ºС в течение 28 сут.

Результаты испытаний образцов-цилиндров на сжатие представлены на рисунке 1. Согласно полученным данным, увеличение давления прессования от 50 до 100 МПа способствует интенсивному росту прочности затвердевшего цементного камня. При дальнейшем повышении давления до 125 МПа происходит некоторое замедление роста, что свидетельствует о возможном исчерпании резерва порового пространства и возникновении внутриструктурных напряжений при гидратации цемента. Наибольшую прочность (рисунок 1) и плотность (рисунок 2) при различном давлении прессования показали образцы с содержанием (масс.%) шлама ХВО 52, песка 34 и цемента 14. Это подтверждает предположение об оптимальном гранулометрическом и композиционном составе смеси. Высокие прочностные показатели составов с малым содержанием цемента могут быть вызваны тем, что тонкодисперсный шлам ХВО, содержащий преимущественно в своем составе карбонат кальция, проявляет в смеси активность, образуя при гидратации портландцемента гидрокарбоалюминат кальция [2]. Прессование максимально активирует процесс, и уплотненные частицы срастаются в плотный кристаллический конгломерат.

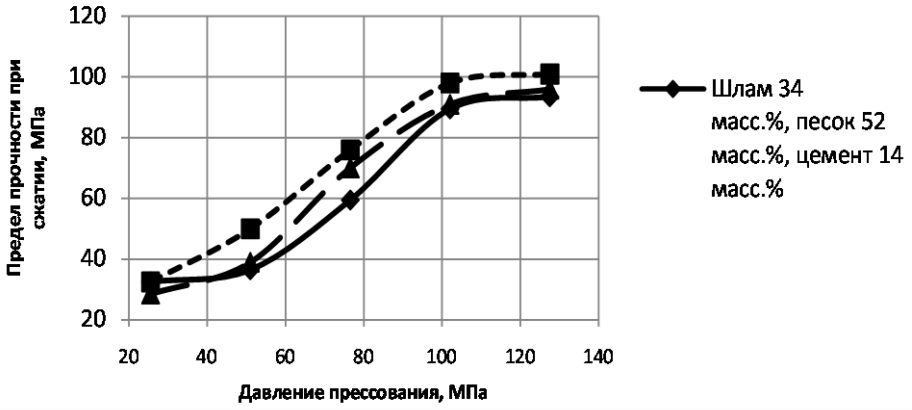


Рисунок 1 – Зависимость предела прочности при сжатии образцов в возрасте 28 суток от давления прессования

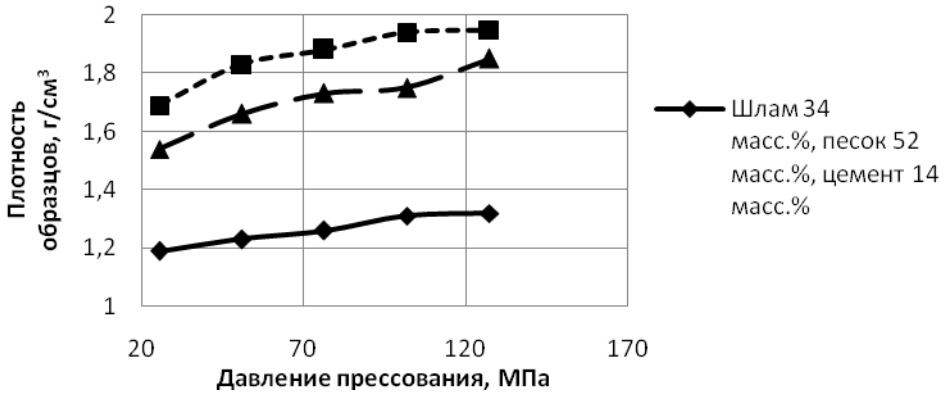


Рисунок 2 – Изменение плотности образцов в зависимости от давления прессования

Проведенные исследования показывают, что шламы химводоочистки возможно использовать для изготовления изделий строительного назначения. При этом, регулируя величину давления прессования и состав смеси, возможно получить изделие с заданными свойствами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бородай Е. Н. Новые возможности утилизации шламов химической водоподготовки на ТЭС / Е. Н. Бородай, Л. А. Николаева, А. Г. Лаптев // Вода : химия и экология. – 2009. – № 3. – С. 2–5.

2. Козлова В. К. Особенности состава продуктов гидратации композиционных портландцементов с карбонатсодержащими добавками / В. К. Козлова, А. М. Маноха, А. А. Лихошерстов [и др.] // Цемент и его применение. – 2014. – № 4. – С. 103–105.

3. Проблемы и направления использования минеральных шламов в производстве строительных материалов / Тараканов О. В., Пронина Т. В. // 01.06.2008. – [электрон. ресурс]. – Режим доступа : http://www.allbeton.ru/article/84/24html

УДК 631.41

ИНАКТИВИРУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ПОЧВ АГРОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ ЛИСТВЕННО-ЛЕСНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ ПО ОТНОШЕНИЮ К ТЯЖЕЛЫМ МЕТАЛЛАМ

Середина Валентина Петровна, *доктор биологических наук, профессор, Национальный исследовательский Томский государственный университет,* ***Россия,*** *г. Томск, seredina_v@mail.ru*

Проведена сравнительная оценка инактивирующей способности агропочв по отношению к поллютантам в пределах лиственно-лесной зоны Западной Сибири. Установлено, что основные агрогенные почвы этой зоны – серые лесные и черноземы – обладают повышенной способностью противостоять загрязнению тяжелыми металлами. Выявлено, что концентрации подвижных форм Cd, Cr и Zn во всех исследованных почвах находятся ниже уровня ПДК, в то время как по содержанию Cu, Pb и Ni наблюдается незначительное превышение.

Ключевые слова: Западная Сибирь, агрогенные почвы, буферная способность, подвижные формы тяжелых металлов.

INACTIVATION ABILITY SOILS OF AGROGENIC LANDSCAPES OF DECIDUOUS-FOREST ZONE OF WESTERN SIBIRIA WITH RESPECT TO HEAVY METALS

Seredina V. P.

A comparative assessment of the inactivating ability of agrogenic soils with respect to pollutants within the deciduous-forest zone of Western Siberia is carried out. It has been established that the main agrogenic soils of this zone - gray forest and chernozems have an increased ability to withstand heavy metal pollution. It was revealed that the concentrations of mobile forms of Cd, Cr, and Zn in all studied soils are below the level of maximum allowable concentration (M.A.C.), while a slight excess is observed in the contents of Cu, Pb, and Ni.

Keywords: Western Siberia, agrogenic soils, buffering ability, mobile forms of heavy metals.

Загрязнение почв тяжелыми металлами (ТМ) – одна из актуальных проблем современной экологии. В условиях техногенеза почвы выступают в качестве мощной буферной системы, сдерживающей антропогенное нарушение баланса химических элементов в биосфере. Наибольшую тревогу вызывает экологическое состояние почвенного покрова, находящегося в непосредственной близости от крупных промышленных предприятий. Экологический потенциал почв, с одной стороны, обеспечивает необходимый резерв питательных элементов, а с другой – способствует сохранению за счет активации поступающих загрязняющих веществ необходимую экологическую среду обитания. В связи с этим целью работы является оценка инактивирующей спо-

собности агропочв по отношению к тяжелым металлам в пределах лиственно-лесной зоны Западной Сибири.

Объектами исследований послужили почвы агрогенных ландшафтов лиственно-лесной зоны Западной Сибири. Согласно почвенно-географическому районированию рассматриваемая территория входит в состав западно-сибирской почвенной провинции лиственно-лесной зоны серых лесных почв. Биоклиматические условия зоны обусловили значительную комплексность ее почвенного покрова. На дренированных и относительно широких приречных массивах формируются серые лесные и лугово-черноземные почвы. Повышения на водоразделах заняты дерново-подзолистыми почвами и реже оподзоленными и выщелоченными черноземами. Основным зональным типом почв лиственно-лесной зоны являются серые лесные почвы. Серые лесные почвы западно-сибирской провинции отличаются от своих европейских аналогов более интенсивным гумусонакоплением, но меньшей мощностью гумусового горизонта, наличием признаков осолодения и реже оглеения нижних горизонтов. Общая площадь зоны 15,2 млн га, в целом пахотные угодья составляют около 15 %.

Для оценки буферной способности почв использованы результаты анализов пахотных горизонтов дерново-подзолистых, серых лесных, черноземных и аллювиальных почв. Подвижные формы ТМ вытеснялись ацетатно-аммонийным буфером при PH 4,8 с последующим их определением атомно абсорбционным методом на спектрофотометре AS-3. При расчете буферной способности почв за основу была принята шкала буферности почв по отношению к тяжелым металлам [3], которая основывается на данных об инактивирующем влиянии свойств и состава почвы (таблица 1).

Таблица 1 – Градация буферности почв по отношению к ТМ

Степень буферности	Баллы	Степень буферности	Баллы
Низкая	11–20	Высокая	41–50
Очень низкая	≤10	Повышенная	31–40
Средняя	21–30	Очень высокая	>50

Миграция ТМ, их подвижность и доступность для растений непосредственно связаны с буферной способностью почв: чем выше буферность почвы, тем большее количество токсикантов она в состоянии переводить в малодоступные растениям и слабо мигрирующие соединения. Направленность и интенсивность биогеохимических процессов, гранулометрический, минералогический, элементный химический состав, емкость катионного обмена, кислотность, содержание гумуса и другие показатели служат основой оценки экологической устойчивости – буферности почв к различного рода антропогенным воздействиям. Гранулометрический состав почв, в частности, высокое содержание физической глины и ила, является одним из факторов, предопределяющим степень устойчивости почв к загрязнению их тяжелыми металлами. Исследованные почвы по гранулометрическому составу относятся к среднесуглинистым и тяжелосуглинистым разновидностям (содержание физической глины колеблется в пределах от 36,7 % в агродерново-подзолистых до 57,7 % в агрочерноземах), что обусловлено преобладанием на территории данной зоны лессовидных почвообразующих пород.

Известно [4], что количество органического вещества в почве напрямую связано с изменением большинства свойств почв, в том числе и устойчивостью к загрязняющим веществам. Наряду с этим органическая компонента отражает влияние внешних негативных факторов, которые вызывают деградацию почв. Содержание гумуса (%) в пахотных горизонтах почв возрастает в ряду от дерново-подзолистой почвы (2,0 ± 0,01) к светло-серой (3,77 ± 0,05), серой лесной (5,58 ± 0,10), темно-серой (8,30 ± 0,19), чернозему выщелоченному (7,28 ± 0,11) и чернозему оподзоленному (8,52 ± 0,13).

Реакция среды почв изменяется в диапазоне от слабокислой в дерново-подзолистой почве до нейтральной в черноземных почвах. В этом же направлении увеличивается емкость катионного обмена и степень насыщенности основаниями. Исследуемые аллювиальные луговые почвы, используемые в сельскохозяйственном производстве, также как и автоморфные почвы, представлены тяжелосуглинистыми разновидностями, являются средне гумусированными, характеризуются слабокислой реакцией среды.

В результате аналитической работы произведен расчет буферной способности почв по отношению к ТМ, выраженной в баллах (таблица 2).

Таблица 2 – Буферная способность почв агрогенных ландшафтов по отношению к ТМ

Почвы	Сумма баллов	Степень буферности	Сумма баллов	Степень буферности
	для элементов, подвижных в кислой среде (Zn, Pb, Cd, Ni, Hg, Cu, Sr, Mn, Co)		для элементов, подвижных в щелочной среде (Mo, Cr, As, V, Se)	
Дерново-подзолистая	18.5	низкая	29	средняя
Светло-серая	19,5	низкая	32	повышенная
Серая	27	средняя	39	повышенная
Темно-серая	32,5	повышенная	45	высокая
Чернозем оподзоленный	37,5	повышенная	47,5	высокая
Чернозем выщелоченный	36	повышенная	46	высокая
Аллювиальная луговая	32	повышенная	42	высокая

На основе полученных расчетных данных, учитывающих гранулометрический состав почв, количество органического вещества, кислотность почвенного раствора, содержание полуторных оксидов и карбонатов, можно заключить, что инактивирующие возможности агрогенных почв достаточно четко различаются: их буферность по отношению к тяжелым металлам оценивается от 18,5 до 37.5 баллов для элементов, подвижных в кислой среде. Степень буферности к элементам, подвижным в щелочной среде, изменяется от средней в агродерново-подзолистой почве до высокой в агротемно-серой. Показатели устойчивости к загрязнению для элементов, подвижных в щелочной среде, колеблются в диапазоне от 29 до 47,5 баллов, возрастая в ряду от агродерново-подзолистой почвы к агрочернозему оподзоленному. В этом отношении основные пахотнопригодные почвы лиственно-лесной зоны – черноземы и серые лесные – обладают повышенной способностью противостоять загрязнению ТМ. В то же время общие физико-химические характеристики этих почв обусловливают высокую сорбционную и аккумулирующую способность почв по отношению к ТМ. Таким образом, различная способность почв агроэкосистем к инактивации ТМ является следствием генетически обусловленного различия почв, в то время как неодинаковые буферные свойства почв техногенных экосистем определяются особенностями агропедогенеза. Сопоставление полученных данных с результатами исследований, приведенных в работах [2, 3, 5], свидетельствует о единообразии инактивирующей способности черноземных почв, формирующихся в различных биоклиматических условиях, что обусловлено, прежде всего, их оптимальными химическими и физико-химическими свойствами.

Почвенный покров служит мощным аккумулятором тяжелых металлов и практически не теряет их со временем. Особенно прочно фиксируют тяжелые металлы верхние биогенные горизонты (в пределах 0–20 см), удерживая все количество выпавших из атмосферы газопылевых выбросов или поступающих в почву другими путями: с органическими и минеральными удобрениями, пестицидами, бытовыми и промышленными отходами, пойменными водами. Известно, что тяжелые металлы способны накапливаться в живых организмах, оказывая токсическое действие, в том числе и на здоровье человека.

В связи с этим в агрогенных почвах были определены подвижные соединения тяжелых металлов. На основе полученных значений содержания ТМ (мг/кг) выявлено, что во всех исследованных агрогенных почвах концентрации подвижных форм Cd (0,05–0,18), Cr (0,5–5,88) и Zn (6,6–30,1) не превышают уровня ПДК. В то же время по содержанию Cu (4,87–6,8), Pb (6,75–13,01) и Ni (6,9–11,1) наблюдается его превышение. Более заметное превышение отмечается для аллювиальных луговых почв, что, по-видимому, наряду с основными источниками загрязнения, обусловлено гидрогенным загрязнением, в результате которого аллювиальные почвы обогащаются природно-техногенными осадками за счет взвесей, загрязненных металлами и металлоидами. Можно предполагать, что при оценке экологического состояния почв превышение значений ПДК может рассматриваться в качестве показателя степени их химической деградации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Akinina A. N. Mobile fractions of heavy metals in the soils of Kuzbass (Western Siberia) / A N. Akinina, V. P. Seredina // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 201 (2018) 012001. doi :10.1088/1755-1315/201/1/012001.

2. Ельчининова О. А. Биогеохимические аспекты экологической оценки наземных экосистем Алтая / О. А. Ельчининова. – Барнаул : Изд-во АГУ, 2009. – 142 с.

3. Ильин В. Б. Оценка буферности почв по отношению к тяжелым металлам / В. Б. Ильин // Агрохимия. – 1995. – № 10. – С. 109–113.

4. Мотузова Г. В. Химическое загрязнение биосферы и его экологические последствия : Учебное пособие / Г. В. Мотузова, Е. А. Карпова. – М. : Издательство Московского университета, 2013. – 304 с.

5. Середина В. П. Особенности поведения подвижных форм тяжелых металлов в почвах Кузбасса / В. П. Середина, С. В. Овсянникова, А. Н. Шайхутдинова // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2015. – № 10 (185). – С. 233–236.

УДК 631.423.1

ДИНАМИКА ПОЧВООБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Волкова Светлана Николаевна, *доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И. И. Иванова»,* ***Россия****, г. Курск, volkova_47@mail.ru*

Сивак Елена Евгеньевна, *доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И. И. Иванова»,* ***Россия****, г. Курск, elena.sivak.77@mail.ru*

Кобченко Сергей Николаевич, *кандидат технических наук, ФГБОУ ВО «Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И. И. Иванова»,* ***Россия****, г. Курск, kobasw44@mail.ru*

В связи с увеличивающейся нагрузкой на почву, антропогенного воздействия и несоблюдения научной организации севооборотов наблюдается не только падение плодородия почв, но и разрушение целых агроландшафтов, проявляющееся в затоплении лугов, лесов и прилегающих к ним территорий, с последующим их заболачиванием. Целью работы является выявление закономерностей и построение моделей развития почвообразовательных процессов в зависимости от запасов гумуса, тесно связанного с плодородием почв. В методику исследования включены общепринятые методы: корреляционно-регрессионный анализ, статистическая обработка. Построенные модели позволяют адекватно описывать происходящие процессы эволюционного развития в зависимости от окультуривания почв с учетом их генезиса.

Ключевые слова: почва, зональность, развитие, плодородие, влага, прогноз.

DYNAMICS OF SOIL FORMATION PROCESSES DEPENDING ON ANTHROPOGENIC IMPACT

Volkova S. N., Sivak E. E., Kobchenko S. N.

Due to the increasing load on the soil, anthropogenic influence and non-compliance with the scientific organization of crop rotation, there is not only a decline in soil fertility, but also the destruction of whole agrolandshafts, manifested in the flooding of meadows, forests and adjacent areas, with their subsequent waterlogging. The aim of the work is to identify patterns and build models of soil formation processes development depending on humus, closely related to soil fertility. Common methods are included in the study methodology: correlation regression analysis, statistical processing. The built models allow to adequately describe the ongoing processes of evolutionary development depending on soil culturing taking into account their genesis.

Keywords: soil, zonal, development, fertility, moisture, prognosis.

Известно, что в природных условиях почвообразовательный процесс каждого типа приводит к накоплению в почве определенного запаса гумуса. При сельскохозяйственном использовании неудобряемых почв гумусовые вещества подвергаются минерализации и почва постепенно обедняется гумусом. По данным [1], за 12 лет использования целинных почв

произошли потери гумуса: в дерново-подзолистой почве – до 40 %, в черноземье – 7 %, в сероземе – 70 %. Увеличить содержание гумуса в почве можно путем введения в севообороты многолетних трав. Выращивание многолетних трав повышает количество гумуса в почве на 0,5 %, или на 12 т/га. После трав в почве остается до 10 т корневых остатков на 1 га, что является резервом питательных веществ для растений и источником гумуса [2, 3]. Но этого недостаточно для восстановления нарушенного баланса по гумусу, поэтому приходится окультуривать почву, т. е. подвергать её антропогенному воздействию. И если к этим вопросам подходить с научной точки зрения, то следует изучить закономерности и выявить особенности процессов почвообразования в зависимости от их зональности и генезиса [4–10].

Объектом исследования в работе являются типичные почвы: дерново-подзолистая (ДП), светло-серая лесная (СС), типичный чернозём (ЧТ), тёмно-каштановые (ТК), красно-жёлтые ферраллитные (КФ). Проведя комплексные исследования, включая интродукцию новой кормовой культуры в лесостепной зоне [11–13], нам удалось получить матрицы гумуса в % (1) и время перехода из одного состояния почв в другое (2).

$$\begin{array}{c} \\ ДП \\ СС \\ ЧТ \\ ТК \\ КФ \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccc} Ц & П & ОП \end{array} \\ \begin{pmatrix} 2{,}21 & 2{,}03 & 2{,}65 \\ 3{,}1 & 1{,}68 & 2{,}79 \\ 7{,}05 & 5{,}25 & 5{,}65 \\ 4{,}63 & 3{,}11 & 3{,}30 \\ 6{,}01 & 2{,}97 & 4{,}56 \end{pmatrix} \end{array} \qquad (1)$$

Матрица времени перехода из целины в пашню, (Ц-П), из пашни в окультуренную пашню (П-ОП), от целины до пашни окультуренной (Ц-ОП).

$$\begin{array}{c} \\ ДП \\ СС \\ ЧТ \\ ТК \\ КФ \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccc} Ц-П & П-ОП & Ц-ОП \end{array} \\ \begin{pmatrix} 47{,}19 & 42{,}988 & 41{,}265 \\ 43{,}14 & 45{,}689 & 33{,}987 \\ 16{,}38 & 18{,}357 & 15{,}812 \\ 26{,}18 & 31{,}210 & 25{,}461 \\ 23{,}19 & 26{,}966 & 19{,}042 \end{pmatrix} \end{array} \qquad (2)$$

Просчитав коэффициенты корреляции между временем (t_i) и гумусом общим – $Аг_i$, получаем обратно-пропорциональную зависимость, что подтверждается их величиной $r_{tAг}$=-0,99, r_{tA}=-0,88; $r_{tAг}$=-0,86 соответственно (таблицы 1–3).

Таблица 1 – Схема расчета коэффициента корреляции $r_{tAг}$ для случая Целина – пашня

№ п/п	$Аг_i$, %	t_i, лет	$Аг_i - \bar{А}г$	$t_i - \bar{t}$	$(Аг_i - \bar{А}г)^2$	$(t_i - \bar{t})^2$	$(Аг_i - \bar{А}г)(t_i - \bar{t})$
1	2,21	41,27	-2,39	14,16	5,71	200,51	-14,421
2	3,1	33,99	-1,5	6,88	2,25	47,33	-9,95
3	4,63	25,46	0,03	-1,65	0,0009	2,72	2,9743
4	6,01	19,04	1,41	-8,07	1,99	65,12	-1,4091
5	7,05	15,81	2,45	-11,3	6,00	127,69	-27,3048
Σ	23	135,57	0	0,02	15,9509	443,37	-50,1106

$$\bar{А}г = 4{,}6;\ \bar{t} = 27{,}11;\ r_{tАг} = -\frac{83{,}28}{84{,}12} = -0{,}99;\ b_{tАг} = -\frac{83{,}28}{15{,}9503} = -5{,}22$$

$$\bar{А}г = \frac{\sum_{i=1}^{n} Аг_i}{n};\ (3)$$

$$\bar{t} = \frac{\sum_{i=1}^{n} t_i}{n};\ (4)$$

$$r_{tAг} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(Aг_i - \bar{A}г)(t_i - \bar{t})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(Aг_i - \bar{A}г)^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^{n}(t_i - \bar{t})^2}} \quad (5)$$

t-27,11=-5,22(Аг-4,6); t=-5,22Аг+51,12

Таблица 2 – Схема расчёта $r_{tAг}$ для случая «пашня – окультуренная пашня»

№ п/п	$Аг_i$, %	t_i, лет	$Аг_i - \bar{A}г$	$t_i - \bar{t}$	$(Аг_i - \bar{A}г)^2$	$(t_i - \bar{t})^2$	$(Аг_i - \bar{A}г)(t_i - \bar{t})$
1	1,68	43,14	-1,33	11,92	1,77	142,09	-15,85
2	2,03	47,19	-0,98	15,97	0,96	255,04	-15,65
3	2,97	23,19	-0,04	-8,03	0,0016	64,48	0,32
4	3,11	26,18	0,1	-5,04	0,01	25,40	-0,504
5	5,25	16,38	2,24	-14,84	5,02	220,23	-33,24
Σ	15,04	156,08	-0,01	-0,02	7,7616	707,24	-64,924

Аналогично формулам (3)–(5) сделаем расчёты:

$$\bar{A}г = 3{,}1;\ \bar{t} = 31{,}22,\ r_{tAг} = -\frac{64{,}924}{74{,}09} = -0{,}88\ \ b_{tAг} = -\frac{64{,}924}{7{,}7616} = -8{,}36$$

t-31,22=-8,36(Аг-3,01);

t=-8,36·Аг+56,38.

Таблица 3 – Схема расчета коэффициента корреляции для случая «целина - окультуренная пашня»

№ п/п	$Аг_i$, %	t_i, лет	$Аг_i - \bar{A}г$	$t_i - \bar{t}$	$(Аг_i - \bar{A}г)^2$	$(t_i - \bar{t})^2$	$(Аг_i - \bar{A}г)(t_i - \bar{t})$
1	2,65	45,699	-1,14	12,65	1,2996	160,0225	-14,421
2	2,79	42,99	-1	9,95	1	99,0025	-9,95
3	3,30	26,97	-0,49	-6,07	0,2401	36,8449	2,9743
4	4,56	31,21	0,77	-1,83	0,5929	3,3489	-1,4091
5	5,65	18,36	1,86	-14,68	3,4596	215,5024	-27,3048
Σ	18,95	165,22	0	0,02	6,5922	514,7212	-50,1106

$$\bar{A}г = 3{,}79;\ \bar{t} = 33{,}04,\ r_{tAг} = -\frac{50{,}1106}{58{,}2252} = -0{,}86;\ \ b_{tAг} = -7{,}6015$$

t - 33,04 =-7,6(Аг-3,79);

t = -7,6Аг+61,884.

При такой величине корреляции возможно строить и прямую регрессии. Для активного гумуса видим, что всё-таки она нелинейная, что подтверждают наши исследования по изменению времени [14] и гумуса во времени [2–14].

Выводы.

1. В интенсивном земледелии поддержание и увеличение плодородия почвы осуществляют на всех полях севооборота системой агротехнологических мероприятий, которые проводят с учётом региональный условий. Найденные закономерности типа моделей показывают, что с возрастанием количества гумуса уменьшается время эволюционного перехода от одного состояния почв в другое.

2. Модели позволяют разработать систему мероприятий по управлению эволюционным переходом, не нарушая экологического равновесия почвообразовательных процессов.

3. Прогноз показывает, что если вовремя принять управленческое решение, относительно соответствующего антропогенного воздействия на почву, то не только сохраняется её

плодородие, но и улучшается структура самой почвы и, как следствие этого дождевая вода легко впитывается в хорошо структурированной, распадающейся на комочки почве и рассасывается по капиллярам. Средние и крупные поры быстро освобождаются от воды, и в них возникает запас воздуха.

4. В результате в структурированной почве устанавливается благоприятное соотношение воды и воздуха. Такую почву легче обрабатывать, в ней реже возникают эрозионные процессы, что позволяет сохранять имеющиеся агроландшафтные структуры.

5. Учитывая временные переходы взаимопревращений почвенных процессов, касающихся гумуса, приходим к выводу, что только многолетние исследования достоверно опишут процессы, происходящие в почве под действием её окультуривания. Поэтому очень важна связь поколений учёных и их непрерывный вклад в ускоряющиеся по времени изменениям.

6. Для смягчения негативных последствий, вызванных антропогенным воздействием, следует провести анализ и выявить тенденции развития по гумусу за последние 300 лет. Поскольку даже учёные не предвидели, как быстро будут развиваться негативные процессы в земном плане при отклонении от научно – обоснованных методов ведения народного хозяйства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волкова С. Н. Моделирование и прогнозирование эволюционных процессов в социально-экологических системах / С. Н. Волкова, Д. В. Муха. – Курск : Изд-во КГСХА. 2009. – 153 с.

2. Муха В. Д. Естественно-антропогенная эволюция почв (общие закономерности и зональные особенности) / В. Д. Муха. – М. : Колос. – 2004. – 271с.

3. Волкова С. Н. Прогнозирование и числовые характеристики непрерывных циклических процессов экосистемы / С. Н. Волкова, Д. В. Муха // Доклады РАСХН. – 1996. – № 1. – 17с.

4. Волкова С. Н. Феномен плодородия и эволюция биосферы / С. Н. Волкова, Д. В. Муха // Доклады РАСХН. – 1997. – № 1. – 29 с.

5. Муха В. Д. Критерий эффективности эколого-экономической безопасности / В. Д. Муха, С. Н. Волкова // Повышение эффективности и конкурентоспособности сельского хозяйства в условиях формирования открытой экономики : Материалы междунар. науч.-практ. конф. – 2003. – С. 49–51.

6. Пат. 2417957 Российская Федерация, МПК C 02 F 101/00. Способ определения нормативов допустимого воздействия загрязняющих веществ на водные объекты [Текст] / С. Н. Волкова, Е. Е. Сивак, И. В. Панченко. – Заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Курская ГСХА». № 2009122978/05; заявл. 16.06.2009, опубл. 10.05.2011, Бюл. № 13. – 10 с.

7. Пат. 2480747 Российская Федерация, МПК G 01 N 33/18 Способ определения норматива предельно допустимой концентрации загрязняющих веществ на водные объекты [Текст] / С. Н. Волкова, Е. Е. Сивак, С. Н. Потемкин. – Заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Курская ГСХА». № 2011115673/15, заявл. 20.04.2011; опубл. 27.04.2013, Бюл. № 12. – 6 с.

8. Пат. 2481574 Российская Федерация, МПК G 01 N 33/18 Способ определения допустимого количества микробиологических показателей в водных объектах [Текст] / С. Н. Волкова, Е. Е. Сивак, С. Н. Потемкин. – Заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Курская ГСХА

9. Волкова С. Н. Последствия антропогенного воздействия в развитии сельского хозяйства / С. Н. Волкова, О. И. Майоров, Е. Е. Сивак, М. А. Мясоедова, С. Н. Потемкин // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – Курская ГСХА, 2012. – С. 78–80.

10. Волкова С. Н. Формула времени эволюционного развития / С. Н. Волкова, Е. Е. Сивак, М. И. Пашкова, Н. А. Костенко, В. В. Герасимова. Наука в современном информационном обществе : Материалы V междунар. науч.-практ. конф. – 2015. –134 с.

11. Бакаева Н. В. Динамика развития взаимодействий в социально-экологических системах / Н. В. Бакаева, А. В. Шлеенко, С. Н. Волкова, Е. Е. Сивак, М. И. Пашкова // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2017. – № 1 (367). – С. 24–29.

12. Волкова С. Н. Улучшение структуры землепользования / С. Н. Волкова, Е. Е. Сивак, А. В. Шлеенко // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 1. – С. 20–24.

13. Сивак Е. Е. Универсальность новой кормовой культуры в лесостепной зоне / Е. Е. Сивак, С. Н. Волкова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 2. – С. 10–15.

14. Волкова С. Н. К вопросу оценки качества прогнозов моделирования экосистем / С. Н. Волкова, Т. И. Романова, М. И. Пашкова, Е. Е. Сивак, Н. А. Костенко. – Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3. – С. 38–44.

УДК 550.424.4

ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ВБЛИЗИ ШАМАХИНСКОЙ АВТОМАГИСТРАЛИ НА ЕЕ АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Гаджиева Севиндж Рафиг гызы, *доктор химических наук, профессор, Бакинский Государственный Университет,* ***Азербайджанская Республика****, г. Баку*

Рустамова Ульвия Нушираван гызы, *кандидат химических наук, доцент, Бакинский Государственный Университет,* ***Азербайджанская Республика****, г. Баку, ulviya_rn@rambler.ru*

Мамедова Гюльгяз Рагиб гызы, *Бакинский Государственный Университет,* ***Азербайджанская Республика****, г. Баку*

В результате антропогенного вмешательства резко возрастает содержание ТМ в природных экосистемах – в воздухе, природных водах и почве. Из них ртуть, свинец и кадмий наиболее токсичны. Загрязнения почвы ТМ в наибольшей степени охватывают зону в непосредственной близости от автомагистрали. Тяжелые металлы, попадая в почву, проявляют ярко выраженную фитотоксичность, зависящую от многих факторов. Нами изучено загрязнение почв тяжелыми металлами вблизи Шамахинской автомагистрали и его воздействие на агрохимические свойства почвы.

Ключевые слова: автотранспорт, выхлопные газы, тяжелые металлы, миграция, почвенные растворы, рекультивация

THE INFLUENCE OF HEAVY METALS POLLUTION AROUND SHAMAKHI HIGHWAY ON AGROCHEMICAL PROPERTIES OF SOIL

Gadjiyeva S. R., Rustamova U. N., Mamedova G. R.

As a result of anthropogenic interference, the content of heavy metals in natural ecosystems sharply increases in the air, natural water and soil. Some metals belong to the class of xenobiotics, of which mercury, lead and cadmium are the most toxic. The heavy metals pollution above all covers the area around the highway. In the soil heavy metals exhibit phytotoxicity, which depends on many factors. We have been investigated the heavy metals pollution around Shamakhi highway and its influence on aqrochemical properties of the soil.

Key words: automobile transportation, exhaust fumes, heavy metals, migration, soil solutions, reclamation.

В природе тяжелые металлы (ТМ) находятся в основном в труднорастворимой и труднодоступной для растений форме. Однако в результате антропогенного вмешательства резко возрастает содержание ТМ в природных экосистемах – в воздухе, природных водах и почве. Одновременно изменяется и форма нахождения ТМ в природных средах: в составе относительно хорошо растворимых соединений, они с легкостью вовлекают в пищевые цепи. Спе-

циалистами по охране окружающей среды среди металлов-токсикантов выделена приоритетная группа. В нее входят кадмий, медь, мышьяк, никель, ртуть, свинец, цинк и хром как наиболее опасные для здоровья человека и животных. Из них ртуть, свинец и кадмий наиболее токсичны.

Одним из основных источников попадания ТМ в окружающую среду являются выхлопные газы автомобилей. На их распространение в окружающей среде большое влияние оказывают метеорологические условия. Так, воздушными потоками они переносятся на относительно большие расстояния. Химический состав выхлопных газов зависит от типа двигателя, режима его работы и качества используемого топлива. Немаловажным фактором является также и рабочее состояние автомобиля. Процессы трения, коррозии, отходы масел и топлива увеличивают загрязнение окружающей среды ТМ. Как показали исследования, степень загрязненности почв вблизи магистралей напрямую зависит от интенсивности движения автомобилей, количества выбросов и срока эксплуатации автомагистрали.

Таблица 1 – Загрязнение верхнего слоя почв тяжелыми металлами из выбросов автотранспорта (мг/кг)

Орошаемые серо-коричневые почвы				
Металл	Расстояние от автомагистрали – асфальтового покрытия, м			
	50	100	200	Фоновые значения
Свинец	7,65	5,99	2,49	0.5
Медь	90,66	61,09	28,53	0,5-2,6
Кобальт	14,98	13,12	10,22	2,2
Цинк	22,90	18,53	14,67	10,8
Ртуть	0,02	0,01	0,01	0,007
Хром	109,6	102,3	99,10	88,0

В таблице 1 показана степень загрязненности орошаемых почв ТМ в зависимости от удаления от автомагистрали. Во всех случаях по мере удаления от автомагистрали степень загрязнения уменьшается. Эта закономерность подтверждается результатами исследований и других авторов [5, 6, 7]. Заметное многократное отклонение содержания меди от фоновых значений объясняется тем, что в свое время здесь возделывали виноградники. Содержание кобальта в почвах связано с образуемыми им породами [2, 3]. В качестве фоновых значений в некоторых случаях берется содержание металлов на расстоянии 200 м, а в некоторых – на расстоянии 300 м.

Тяжелые металлы накапливаются в почве, особенно в верхних гумусовых горизонтах, и медленно удаляются при выщелачивании, потреблении растениями, эрозии и дефляции - выдувании почв. Период полуудаления или удаления половины от начальной концентрации составляет продолжительное время: для цинка от 70 до 510 лет, для кадмия от 13 до 110, для меди от 310 до 1500 и для свинца от 740 до 5900 лет. В гумусовой части почвы происходит первичная трансформация попавших в нее соединений.

Как показали исследования, загрязнения почвы ТМ в наибольшей степени охватывают зону в непосредственной близости от автомагистрали. Наслаивание загрязнителей в течение длительного времени влияет и на плодородность придорожных почв [1, 2].

Одним из путей получения безопасной для здоровья человека растительной продукции в условиях ее возделывания на техногенно-загрязненных почвах является применение специальных приемов рекультивации, позволяющих существенно уменьшить поступление тяжелых металлов из почвы в растения. Среди способов рекультивации известны традиционные приемы окультуривания почв путем известкования и внесения органических удобрений, а также использование различных природных сорбентов (диатомит, бентонитовые глины, вермикулит, опоки, цеолиты и пр.). Применение рекультивантов на загрязненных почвах практически не уменьшает валового содержания тяжелых металлов, однако несколько снижает концентрации их подвижных форм [4].

В условиях загрязнения почв тяжелыми металлами почвенный раствор, как наиболее динамичная составляющая почвенной системы, быстрее и полнее реагирует на техногенную нагрузку, чем твердая фаза. Качественный анализ выделенного почвенного раствора показал,

что поступающие в почву ТМ существенно изменяют химический состав почвенного раствора, в том числе общую минерализацию, содержание химических элементов, кислотность и пр. Тяжелые металлы, попадая в почву, проявляют ярко выраженную фитотоксичность, зависящую от многих факторов, основными из которых являются вид ТМ и выращиваемая культура [4, 5].

ЛИТЕРАТУРА

1. Axundova Ə. B. Torpaqların ağır metallarla çirklənməsinin ekoloji aspektləri. Torpaqşünaslıq və Aqrokimya. Əsərlər toplusu. XVII cild. – Bakı : Elm, 2007. – S. 248–249.

2. Babayev A. H., Babayev V. A. Ekoloji kənd təsərrüfatının əsasları. – Bakı, 2011. – 543 s.

3. Məmmədov Q. Ş., Xəlilov M. Y., Məmmədova S. Z. Aqroekologiya. – Bakı, 2011. – 446 s.

4. Гусев А. С. Влияние техногенного загрязнения на свойства почв промышленных районов Свердловской области : Автореф. дисс. … к. б. н. – Тюмень, 2000. – 18 с.

5. Пархоменко Н. А. Агроэкологическая оценка действия тяжелых металлов в системе почва-растение вдоль автомагистралей в условиях лесостепи Западной Сибири / Н. А. Пархоменко, Ю. И. Ермохин. – Омск, 2005. – 48 с.

Пшенинин В. Н. Актуальные вопросы оценки загрязнения почвенного покрова вблизи автомагистралей / В. Н. Пшенинин // Труды Всероссийского Науч.-практ. семинара. Экологизация автомобильного транспорта, МАНЭБ. – СПб, 2003. – С. 83–88.

Яковлев А. С. Методика экологической оценки состояния почвы и нормирования ее качества / А. С. Яковлев, В. М. Гендугов, Г. П. Глазунов, М. В. Евдокимова, Е. А. Шулакова // Почвоведение. – 2010. – № 8. – С. 984–995.

УДК 631.4

СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ И ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В АГРОЧЕРНОЗЕМАХ БИЙСКО-ЧУМЫШСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

Спирина Валентина Захаровна, *кандидат биологических наук, Национальный исследовательский Томский государственный университет,* ***Россия****, г. Томск, Spirina.pochva@mail.ru.*

Изучены основные свойства и микроэлементный состав агрочерноземов Бийско-Чумышской возвышенности. Рассчитаны коэффициенты радиальной дифференциации для оценки вертикальной миграции микроэлементов. Определены уровни интенсивности загрязнения тяжелыми металлами на основании расчета коэффициента концентрации каждого элемента.

Ключевые слова: микроэлемент, почва, гумус, чернозем, деградация, миграция.

CONTENT OF MICROELEMENTS AND HEAVY METALS IN AGROCHERNOZEMS OF THE BIYSK-CHUMYSH UPLAND

Spirina V. Z.

Studied basic properties and trace element content of agrochernozems Biya-Chumysh upland. Radial differentiation coefficients for estimation of vertical migration of microelements are calculated. Levels of intensity of pollution by heavy metals on the basis of calculation of coefficient of concentration of each element are defined.

Key words: microelement, soil, humus, chernozem, degradation, migration.

Загрязнение окружающей среды сопровождается деградационными процессами и становится экологической проблемой современности. Тяжелые металлы (ТМ) занимают особое место среди загрязнителей почв. Антропогенные и природные факторы в Алтайском крае трансформируют многие свойства почв и снижают плодородие. В почву поступают ТМ, включаются в биоэкологические циклы миграции и становятся компонентами химического состава черноземов.

Объектами исследования послужили обыкновенные и выщелоченные черноземы разных видов и разновидностей агроландшафтных систем подзоны южной лесостепи Бийско-Чумышского междуречья Алтайского края. Склоновый рельеф способствует формированию обыкновенных черноземов на южных менее увлажненных склонах, выщелоченных – на пологих более увлажненных склонах северной экспозиции. Расчлененность рельефа приводит к развитию эрозионных процессов. Мощность гумусовых горизонтов среднемощных обыкновенных черноземов 36–49 см, у маломощных – 27–32 см, карбонаты отмечаются с глубины 25–36 см. В результате многолетнего использования гумусовый горизонт превращен в сильно распыленный пахотный. У маломощных черноземов пахотный слой с поверхности содержит карбонаты вследствие ветровой эрозии и вовлечения в него горизонта АВСа. В условиях вспашки почв увеличивается физическое испарение влаги, что способствует перемещению карбонатов к поверхности. Подпахотный горизонт сильно уплотнен, что отрицательно сказывается на водонасыщенности всего почвенного профиля. У выщелоченных черноземов мощность гумусового горизонта 39–52 см, карбонаты отмечаются с 74–80 см.

Для изучения свойств почв применялись общепринятые в почвоведении методы. Определение содержания микроэлементов и тяжелых металлов проводилось методом спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой.

Результаты исследования и обсуждение. Черноземы являются легко- и среднесуглинистыми с преобладанием фракций пыли 37–53 % и ила 11–20 %. Большое количество крупнопылеватых частиц способствует размываемости почв талыми и ливневыми водами. Происходит разрушение структуры и вынос ила. Водопрочность агрегатов неудовлетворительная, о чем свидетельствуют факторы дисперсности и структурности. В верхних горизонтах наблюдается накопление мелкого песка до 21 %, что связано с водной и ветровой эрозией.

Количество гумуса в профиле и его запасы регулируются скоростью развития фитоценозов. Исследователи отмечают, что черноземы лесостепной зоны Алтайского края содержали до 8 % гумуса, однако в последние годы наблюдается значительная дегумификация. Исследуемые выщелоченные и обыкновенные черноземы являются мало- и среднегумусными (3,7–6,7 %). Пахотные горизонты среднемощных черноземов наиболее гумусированы (6,6–6,8 %), маломощные виды почв гумуса содержат меньше (3,7–4,1 %). По профилю количество гумуса уменьшается резко и на глубине 25–35 см его величина составляет 1,8–2,1 %. Формирование уплотненного слоя ограничивает активную зону почвы и затрудняет распределение корневой системы.

Величина pH колеблется от 6,2 до 7,6, с глубиной профиля становится слабощелочной. В гумусовых горизонтах сумма обменных оснований составляет 32,9–41,3 мг-экв/100 г почвы, кальция содержится 29,4–37,1, магния – 4,3–4,2 мг-экв/100 г почвы. Более полная характеристика свойств черноземов приводится в ранних работах [3].

Основное количество микроэлементов сосредоточено в гумусово-аккумулятивном горизонте почв. В слое 10–20 см содержится немного больше элементов по сравнению с верхней частью 0–10 см, что связано с эрозионными процессами, миграцией по профилю и выносом растениями. Для оценки вертикальной миграции элементов, отражения накопления или выноса из горизонтов почв относительно почвообразующей породы рассчитывался коэффициент радиальной дифференциации (R). Для оценки уровня загрязнения определялся коэффициент концентрации (Кк) элементов. Кк отражает содержание микроэлемента в почве в сравнении с кларком в земной коре (по А. П. Виноградову), принятым в качестве фонового, и характеризует интенсивность накопления элемента.

Кларк меди в земной коре составляет 47 мг/кг [1]. В исследуемых черноземах содержание меди колеблется в пределах 15–20,4 мг/кг, что несколько ниже фоновых значений (30 мг/кг). Коэффициент радиальной дифференциации (R) составляет в верхней части черноземов 1,17–1,22 и несколько уменьшается к породе – 1,01–1,07. В выщелоченных черноземах наблюдается аккумулятивно-иллювиальный тип распределения меди. Значительная часть элемента закреплена гумусом почвы в иллювиальном горизонте, который служит геохимическим барьером на пути миграции элементов в пределах профиля. Распределение меди в

обыкновенных черноземах имеет аккумулятивный характер и является результатом действия разных факторов, но прежде всего отражает биоаккумуляцию в верхнем слое. Коэффициент концентрации меди (Кк 0,2) значительно ниже кларка в литосфере.

Источники поступления цинка в почву разнообразны. Потеря гумуса, а вместе с ним и микроэлементов обусловили небольшие концентрации цинка (42–65 мг/кг) по сравнению с фоновым содержанием. Коэффициент радиальной дифференциации цинка изменяется от 1,22–1,71 в гумусовой части до 1,01 в горизонте ССа. Кк цинка близок к единице. Чернозем обыкновенный среднесуглинистый, характеризуется наиболее выраженным биогенным накоплением цинка (К 1,3). В полуметровой толще концентрация цинка составляет 64–66 мг/кг.

В почвах Приобья и Барабы среднее содержание кобальта составляет 12 мг/кг [2]. По содержанию кобальта черноземы характеризуются близкими значениями – 8–11,5 мг/кг – находятся на уровне фона. По почвенному профилю R черноземов изменяется от 0,99 до 1,16. Для выщелоченного чернозема характерно перемещение низковалентных форм кобальта в среднюю часть профиля (40–75 см), что обусловливает аккумулятивно-иллювиальный тип распределения. У кобальта Кк самый низкий и составляет 0,1, что намного меньше кларка в литосфере.

В верхних горизонтах исследуемых черноземов никеля содержится 29–33 мг/кг, Кк=0,4, коэффициент радиальной дифференциации изменяется от 1,07–1,16 до 0,93–1,04. В обыкновенных черноземах наблюдается накопление никеля на карбонатном барьере. Кадмия в черноземах содержится 0,2 мг/кг. По почвенному профилю дифференциации элемента не наблюдается, что подтверждает R=1. Коэффициент концентрации кадмия составляет 0,04, что значительно ниже кларка в земной коре. Хрома в органогенном горизонте выщелоченного чернозема содержится 48,5 мг/кг, в почвообразующей породе – 51,8, в обыкновенном среднесуглинистом – 49–63,3, Кк 0,3. В легкосуглинистом черноземе хрома содержится меньше (40,3–50,4 мг/кг) и Кк 0,2. В гумусовой части профиля R хрома в среднесуглинистых черноземах составляет 1,23–1,31, на глубине 180–190 см R=0,94–0,99. В легкосуглинистых черноземах R элемента изменяется по профилю от 1,15 до 0,97. Свинца в гумусовых горизонтах черноземов содержится 13–16,5 мг/кг, Кк 0,8–0,9. С глубины 60–70 см наблюдается снижение свинца до 1,6–11,2 мг/кг. R изменяется от 1,31–1,41 в гумусовой части профиля до 1 в ССа.

Таким образом, содержание микроэлементов в черноземах значительно ниже ПДК, что указывает на отсутствие техногенного загрязнения. Однако количество хрома близко к ПДК, поэтому в первую очередь необходимо контролировать величину этого элемента в почве. Для исследуемых черноземов характерен аккумулятивно-иллювиальный и аккумулятивный тип распределения Zn, Cu, Cr, Co, Ni, Pb. Недифференцированный тип распределения отмечается только для Cd.

ЛИТЕРАТУРА

1. Виноградов А. П. Среднее содержание химических элементов в главных типах изверженных горных породах земной коры / А. П. Виноградов // Геохимия. – 1962. – № 7 – С. 575–579.

2. Ильин В. Б. Микроэлементы и тяжелые металлы в почвах и растениях Новосибирской области / В. Б. Ильин, А. И. Сысо. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2001. – 229 с.

3. Спирина В. З. Черноземы Бийско-Чумышской возвышенности в условиях агроценоза / В. З. Спирина, К. О. Аллачева, Т. О. Храпач // Модернизация аграрного образования технологический аспект : Материалы 1 Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 20-летнему юбилею сельскохозяйственного института. – Новосибирск, 2013. – С. 229–232.

УДК 547.458:636.086

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССОВ ГИДРОЛИЗА И ЭКСТРАКЦИИ ПЕКТИНОВЫХ ПОЛИСАХАРИДОВ

Минзанова Салима Тахиятулловна, *кандидат технических наук, Институт органической и физической химии им. А. Е. Арбузова КазНЦ РАН,* ***Россия, Республика Татарстан,*** *г. Казань, minzanova@iopc.ru*

Чекунков Евгений Владимирович, *Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова КазНЦ РАН,* ***Россия, Республика Татарстан,*** *г. Казань, evchekunkov@gmail.com*

Дойникова Анна Игоревна, *кафедра промышленной биотехнологии ФГБОУ ВПО «КНИТУ»*

До Тхи Бич Нгок, *кафедра промышленной биотехнологии ФГБОУ ВПО «КНИТУ»*

Миронова Любовь Геннадьевна, *Институт органической и физической химии им. А. Е. Арбузова КазНЦ РАН,* ***Россия, Республика Татарстан****, г. Казань, mironoval1963@gmail.com*

Миндубаев Антон Зуфарович, *кандидат химических наук, Общество с ограниченной ответственностью «Инновационные технологии детоксикации»,* ***Россия, Республика Татарстан,*** *г. Казань, mindubaev-az@yandex.ru*

Милюков Василий Анатольевич, *доктор химических наук, Институт органической и физической химии им. А. Е. Арбузова КазНЦ РАН,* ***Россия, Республика Татарстан,*** *г. Казань, miluykov@iopc.ru*

В статье представлены результаты исследований влияния температуры (65, 75 ºС) на эффективность процесса гидролиза-экстракции пектина из свекловичного жома – перспективного вторичного возобновляемого растительного сырья. Обработка свекловичного жома проводилась раствором щавелевой кислоты при интенсивном перемешивании и гидромодуле 1 : 7 в течение 7 часов. Настоящая работа выполнена в рамках приоритетного направления развития науки, технологий и техники в Российской Федерации «Рациональное природопользование». Вовлечение в хозяйственный оборот свекловичного жома решает двуединую задачу ресурсосбережения и охраны окружающей среды.

Ключевые слова: свекловичный жом, щавелевая кислота, процесс гидролиза-экстракции, температура, пектин, ИК-спектроскопия.

THE EFFECT OF TEMPERATURE ON THE EFFICIENCY OF THE HYDROLYSIS – EXTRACTION PROCESS OF THE PECTIN POLYSACCHARIDES

Minzanova S. T., Chekunkov E. V., Doinikova A. I., Do Thi Beach Ngok, Mironova L. G., Mindubaev A. Z., Milyukov V. A.

The article presents the results of studies of the influence of temperature (65, 75 ºC) on the efficiency of the process of hydrolysis-extraction of pectin from beet pulp – a promising secondary renewable plant material. Processing beet pulp was carried out with a solution of oxalic acid with vigorous stirring, the hydraulic module 1: 7. This work was carried out in the framework of the priority direction for the development of science, technology and technology in the Russian Federation “Environmental Management”.

Keywords: beet pulp, oxalic acid, hydrolysis-extraction process, temperature, pectin, IR spectroscopy.

Пектиновые биополимеры обладают уникальными биологическими и функциональными характеристиками, обуславливающими их значимость для окружающей среды; они находят широкое применение в пищевой, медицинской, косметологической промышленности, что подчеркивает актуальность настоящего исследования [1–3].

В Российской Федерации имеется богатая сырьевая база для производства пектинов, включая ценное вторичное сырье – свекловичный жом и яблочные выжимки. Несмотря на это, на сегодняшний день получение пектина в промышленных масштабах практически отсутствует, что вызывает острую зависимость пищевой промышленности от зарубежных поставщиков продукции. Перспективным сырьем с точки зрения экономической целесообразности является свекловичный жом – многотоннажный отход сахарной промышленности. Вовлечение в хозяйственный оборот свекловичного жома решает двуединую задачу ресурсосбережения и охраны окружающей среды. Внедрение экологически безопасных технологий, предусматривающих глубокую переработку природных и продовольственных ресурсов с

обязательной утилизацией отходов, позволит снизить антропогенный фактор влиянияна агроландшафты [1].

Целью работы является изучение влияния температуры на эффективность процесса гидролиза-экстракции пектина из свекловичного жома, разработка экологически безопасной технологии получения, изучение физико-химических и структурных характеристик выделенных пектинов.

Объект исследования – свекловичный жом в гранулах (рисунок 1). Элементный состав свекловичного жома представлен в таблице 1.

Рисунок 1 – Гранулы свекловичного жома

Таблица 1 – Элементный состав исходного свекловичного жома

	C, %	N, %	H, %	Содержание белков, %
Свекловичный жом	42.45	8.18	1.49	9.31

Все существующие технологии получения пектина можно представить одной принципиальной схемой (рисунок 2), включающей экстракцию измельченного высушенного сырья горячей водой, растворами органических и неорганических кислот, фильтрацию, вакуумное упаривание экстракта, осаждение пектина и сушку целевого продукта [5–9].

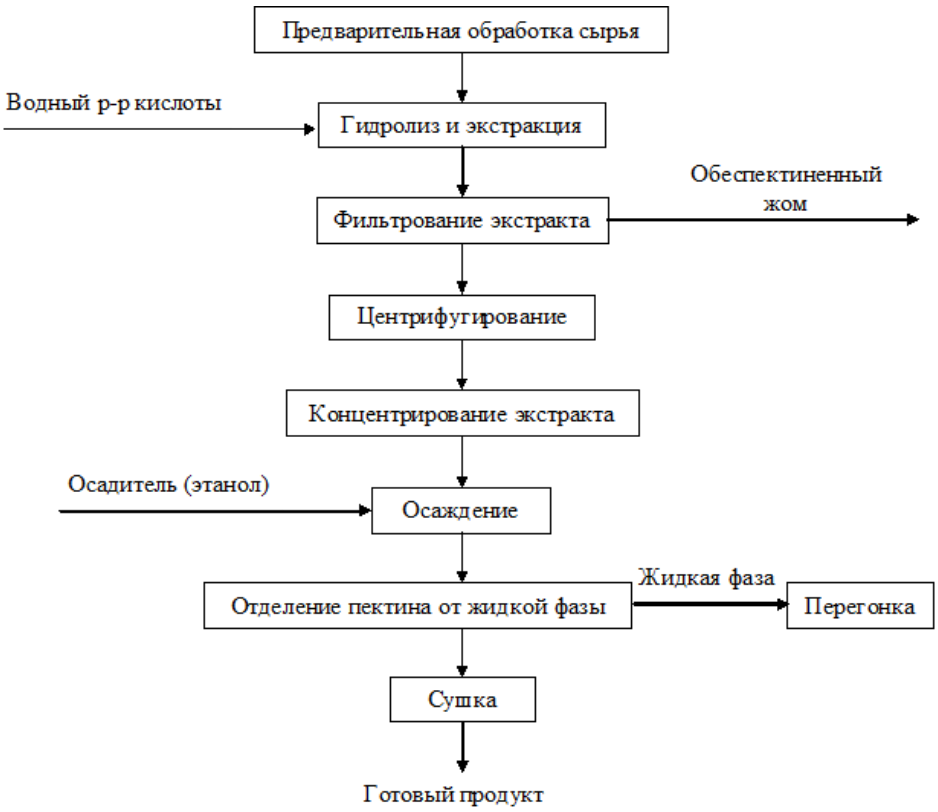


Рисунок 2 – Принципиальная схема получения пектина

Процесс гидролиза-экстракции промытого горячей дистиллированной водой свекловичного жома проводили 0,75 %-ым раствором щавелевой кислоты при постоянном перемешивании на магнитной мешалке при гидромодуле 1 : 7 в течение 7 час. Для выявления влияния температуры на эффективность процесса гидролиза-экстракции пектина обработку сырья проводили в сравнительном аспекте при 65 и 75 °С. Отделение пектинсодержащего экстракта из полученного гидролизата свекловичного жома проводили через лавсановую ткань. Процесс концентрирования проводили с помощью ротационного испарителя ИР-1ЛТ в течение 1–1,5 час при 40 °С. Далее экстракт свекловичного пектина центрифугировали («Sigma 4–15», Германия) в течение 30 мин при скорости вращения ротора 4000 об/мин. Характеристики пектиновых концентратов после центрифугирования представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристики пектиновых концентратов

Гидролизирующий агент	Характеристики пектиновых концентратов			
	75 °С		65 °С	
	ρ	Содержание сухих веществ, %	ρ	Содержание сухих веществ, %
0.75 %-ый р-р $(COOH)_2$	1,017	4.38	1.012	3.10

Осаждение свекловичного пектина из концентрата проводили двойным объёмом этилового спирта (85 %). При добавлении этанола пектин коагулирует, поскольку он не растворим в органических растворителях. Отделение пектина из водного этанола проводили центрифугированием в течение 30 мин при скорости вращения ротора 4000 об/мин Результаты этапа осаждения (а) и центрифугирования (б) представлены на рисунке 3.

А

Б

Рисунок 3 – Свекловичный пектин после центрифугирования: А (75 °С), Б (65 °С)

На следующем этапе были определены следующие показатели пектинов: влажность, зольность, уронидная составляющая, а также элементный состав (таблица 3).

Таблица 3 – Состав свекловичных пектинов

Температура процесса гидролиза-экстракции, °С	Влажность, %	Зольность, %	Уронидная составляющая, %	Элементный состав, %		
				С	Н	N
65	5.41	4.42	73.60	36.01	6.03	0.77
75	10.44	4.12	78.20	36.31	6.02	0.70

В соответствии с требованиями международных стандартов по показателю зольности (FCC, JECFA) полученные пектины обработали катионитом КУ-2-8, после чего содержание золы не превышало 1.0 %. Экспериментально установленные физико-химические свойства пектинов представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Физико-химические характеристики свекловичных пектинов

Характеристики пектина	Экстрагент – щавелевая кислота	
	75 °С	65 °С
Молекулярная масса, кДа	19.72	13.38
pH 1 %-го раствора	2.40	2.45
Зольность после обработки пектина КУ–2–8, %	1.32	1.44
Степень этерификации, %	51.32	39.84
Комплексообразующая способность, мг Pb^{2+}/г	143.09	186.84

ИК-спектры свекловичных пектинов (таблетки KBr) регистрировали в интервале 4000–400 см$^{-1}$ на ИК-Фурье спектрометре «Tensor-27». Из данных, приведенных в таблице 5, видно, что спектры исследуемых образцов пектина содержат полосы поглощения в области 1700–1750 см$^{-1}$, относящиеся к валентным колебаниям C=O групп карбоксильных и сложноэфирных групп, а также характерные полосы поглощения в области 950–1200 см$^{-1}$, относящиеся к колебаниям пиранозного кольца. Это подтверждает их принадлежность к пектиновым веществам [4]. Обработка катионитом КУ-2-8 приводит к изменению соотношения интенсивности валентных колебаний карбонилов карбоксильных и сложноэфирных групп пектина.

Таблица 5 – Положение максимумов основных характеристических полос (в см$^{-1}$) ИК-спектров свекловичных пектинов

Преимущественные типы колебаний	Образец I – 75 °C	Образец II – 65 °C	Образцы после обработки катионитом КУ-2-8	
			75 °C	65 °C
ν $(OH)_C$, ν (H_2O)	3410	3419	**3428**	3444
ν $(CH)_E$, ν $(CH)_K$	2937	2944	**2937**	2945
ν $(C{=}O)_E$, ν $(C{=}O)_A$	1745	1746	**1748**	1749
δ (H_2O)	1664, 1639	1665, 1639	**1638**	1645
–N–H	1521	1518	**1518**	-
δ_{as} $(CH_3)_E$	1445	1445	**1444**	1444
δ_s $(CH_3)_E$	1374	1373	**1373**	1372
δ $(CH)_K$	1326	1326	1331	1332
δ $(OH)_C$, ν $(C\text{-}O\text{-}C)_E$, δ $(OH)_A$, δ $(CH)_K$	1230	1226	**1237**	1234
ν (C-O-C)	1148	1149	**1147**	1147
ν (C-C) $(C\text{-}O)_K$	1102	1100	**1104**	1103
ν, δ $(C\text{-}OH)_C$	–	–	**–**	-
ν (C-C) $(C\text{-}O)_K$	–	–	**–**	1050
ν (C-C) $(C\text{-}O)_K$	1017	1018	**1016**	1017
Пульсационные колебания пиранозных колец	831, 629, 504	830, 782, 678	**919, 831, 631, 533**	830, 633, 532

Таким образом, изучен процесс гидролиза-экстракции пектина из свекловичного жома с использованием 0,75 %-го раствора щавелевой кислоты в сравнительном аспекте при 65 и 75 °C, гидромодуле 1:7, продолжительности процесса 7 час. Экспериментально установлено, что повышение температуры на 10 °C позволяет увеличить выход пектина на 40% при максимальном выходе на воздушно-сухую массу сырья 9.35 % масс.

Предлагаемый способ повышает не только эффективность, но и экологичность процесса гидролиза-экстракции пектина из вторичного сырья, поскольку для обработки свекловичного жома в качестве гидролизующего агента используется органическая кислота, в то время как традиционные технологии используют минеральные кислоты.

Для реализации предлагаемого экологически безопасного технического решения целесообразна организация модульного производства на базе действующего предприятия, например, предприятия консервной промышленности, получающие фруктовые соки. Утилизация обеспектиненного свекловичного жома целесообразна в качестве структуранта почвы и органического удобрения [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. Белюченко И. С. Отходы быта и производства как сырье для подготовки сложных компостов : монография / И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2015. – 181 с.

2. Голубев В. Н. Пектин: химия, технология, применение / В. Н. Голубев, Н. П. Шелухина. – М. : Издательство АТН РФ, 1995. – 387 с.

3. Донченко Л. В. Пектин: основные свойства, производство и применение / Л. В. Донченко, Г. Г. Фирсов. – М. : ДеЛи принт, 2007. – 276 с.

4. Казицына Л. А. Применение УФ- ИК- и ЯМР-спектроскопии в органической химии : учебное пособие для вузов / Л. А. Казицына. – М. : Высшая школа, 1971. – 350 с.

5. Минзанова С. Т. Пектины из нетрадиционных источников: технология, структура, свойства и биологическая активность / С. Т. Минзанова, В. Ф. Миронов, А. И. Коновалов, А. Б. Выштакалюк, О. В. Цепаева, А. З. Миндубаев, Л. Г. Миронова, В. В. Зобов. – Казань : Издательство «Печать-Сервис-XXI век», 2011. – 224 с.

6. Оводов Ю. С. Пектиновые вещества растений Европейского севера России / Ю. С. Оводов, В. В. Головченко, Е. А. Гюнтер, С. В. Попов. – Екатеринбург : УрО РАН, 2009. – 110 с.

7. Chemical Properties, Uses and Health Benefits, Editor Phillip L. Bush. New York. Nova Science Publishers, 2014, (11 Chapters). – P. 268. (ISBN: 978-1-63321-438-5).

8. Minzanova S. T. Biological Activity and Pharmacological Application of Pectic Polysaccharides: A Review / S. T. Minzanova, V. F. Mironov, D. M. Arkhipova, A. V. Khabibullina, L. G. Mironova, Y. M. Zakirova, V. A. Milyukov // Polymers. – 2018. – V. 10 (12). – P. 1407.

9. Pectins and their Manipulation, Edited by Seymour G.B., Knox J.P. USA CanadaCRC Press, 2002. – 250 p.

УДК 544.31.031

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ МЕТОД РАСЧЕТА МИНЕРАЛЬНЫХ РАВНОВЕСИЙ

Повар Игорь Григорьевич, *доктор химических наук, Институт Химии,* ***Республика Молдова****, г. Кишинэу, ipovar@yahoo.ca*

Спыну Оксана Олеговна, *Институт Химии,* ***Республика Молдова****, г. Кишинэу, oxana_spinu@yahoo.com*

Предложен термодинамический метод расчета минеральных равновесий в почвах в реальных условиях, отличных от стандартных. Для полноты учета материального баланса химические равновесия в системе «минерал – водный раствор» описываются обобщенным уравнением реакций, в котором предполагается, что растворимые формы образуются в количествах, пропорциональных их парциальным мольным долям. Выведено выражение для расчета изменения энергии Гиббса в реальных условиях. Разработанный подход для расчета энергии Гиббса успешно применен для ряда реальных, известных химических процессов в почве.

Ключевые слова: материальный баланс, моделирование, обобщенное уравнение реакции, химические равновесия, энергия Гиббса

THERMODYNAMIC METHOD FOR CALCULATING MINERAL EQUILIBRIUM

Povar I., Spinu O.

The thermodynamic method for calculating mineral equilibria in soils under real conditions different from standard is used. To take into account the material balance for all components, chemical equilibria in the mineral-water solution system are described by a generalized equation of reactions, in which it is assumed that soluble species are formed in quantities proportional to their partial molar fractions. Expressions for calculating the change of Gibbs energy in real conditions are derived. The developed approach for calculating Gibbs energy has been successfully applied to real, well-known chemical processes in the soil.

Keywords: Generalized equation of reactions, material balance, modeling, chemical equilibrium, Gibbs energy.

Методы химической термодинамики и математического моделирования нашли широкое применение для количественной оценки химических процессов в почве и других природных водных системах [1–5]. Важной термодинамической характеристикой веществ, вхо-

дящих в состав многокомпонентных систем, является энергия Гиббса. В физическом смысле энергия Гиббса представляет собой ту часть внутренней энергии вещества, которая может быть реализована в химических реакциях, поэтому часто ее еще называют свободной энергией. Энергия Гиббса системы – экстенсивная величина, и она складывается из частей, обусловленных отдельными веществами – компонентами. Как известно, в самопроизвольном химическом процессе свободная энергия системы снижается ($\Delta G^0 < 0$) и при достижении состояния равновесия ($\Delta G^0 = 0$) достигает экстремума – минимального значения.

В целях предсказания химического поведения систем «*минерал – почвенный раствор*» термодинамические модели в почвах должны правильно предсказывать условия осаждения или растворения минералов, модификации минералов и их образование в зависимости от состава почвенного раствора и значений *pH*. Основное достоинство модели состоит в том, что она позволяет изучить поведение системы в условиях, которые невозможно создать в экспериментальных измерениях. Поэтому именно компьютерное моделирование в сочетании с методами химической термодинамики могут служить основой прогнозирования. С помощью этих методов решается важная задача сочетания фундаментальных и прикладных исследований, и компьютеризованные методы химической термодинамики все чаще используются для решения практических задач, для предсказания действия на почвы разнообразных внешних возмущений.

Математические модели, основанные на равновесной термодинамике, представляют собой наиболее часто используемый подход для прогнозирования количества *Al* в почвенных растворах. Наиболее токсичными формами алюминия является ион Al^{3+} и, в меньшей степени, мономерные гидрокси-алюминиевые частицы в отличие от стабильных AlF_x комплексов, которые не считаются фитотоксичными [6]. С другой стороны, кислотные осадки в настоящее время затрагивают большие участки земли. Среди наиболее разрушительных последствий является увеличение кислотности почвы, в результате которой выделяются потенциально токсичные формы алюминия в почвенном растворе и поверхностных водах [7]. Следовательно, для лучшего понимания последствий кислотных осадков и предсказания токсического потенциала алюминия представляет интерес идентификация форм алюминия, присутствующих в почве, их источников и факторов, регулирующих их концентрации в почвенных растворах. Кроме того, химические процессы в почвах могут продолжаться в течение длительного времени. Долгосрочный прогноз сложных гетерогенных химических процессов и их практическое значение возможны лишь с использованием термодинамического моделирования сложных равновесий.

Поскольку исследование проблемы в общем случае вызывает определенные сложности, связанные с обозначениями, ниже будут рассмотрены методы расчета энергии Гиббса для ряда реальных, известных химических процессов в почве. Полученное математическое выражение может быть легко применено и для других систем «*Минерал – вода*».

Рассмотрим равновесие между минералом, например, каолинитом в качестве распространенного силикатного минерала алюминия, и водным раствором. Равновесие в системе «*Каолинит – водный раствор*» описывается обобщенным уравнением реакций:

$$\begin{aligned} &Al_2Si_2O_5(OH)_{4(S)} + 2(\bar{n} - \bar{m} - 1)H^+ + 2(\bar{m} - 1)H_2O = \\ &= 2\sum_{i=0}^{m} f_{Al(OH)_i} Al(OH)_i^{3-i} + 2\sum_{j=0}^{n} f_{H_jSiO_4} H_jSiO_4^{j-4} \end{aligned} , \quad (1)$$

Здесь $f_{Al(OH)_i}$ и $f_{H_jSiO_4}$ – парциальные мольные доли частиц $Al(OH)_i^{3-i}$ и $H_jSiO_4^{j-4}$, соответственно:

$$f_{Al(OH)_i} = \frac{[Al(OH)_i^{3-i}]}{\sum_{i=0}^{m}[Al(OH)_i^{3-i}]} = \frac{\beta_{Al(OH)_i}[OH^-]^i}{1 + \sum_{i=1}^{m}\beta_{Al(OH)_i}[OH^-]^i}, \quad (2)$$

$$f_{H_jSiO_4} = \frac{[H_jSiO_4^{j-4}]}{\sum_{j=0}^{n}[H_jSiO_4^{j-4}]} = \frac{\beta_{H_jSiO_4}[H^+]^j}{1+\sum_{j=1}^{n}\beta_{H_jSiO_4}[H^+]^j}, \quad (3)$$

где: $\beta_{Al(OH)_i}$ и $\beta_{H_jSiO_4}$ - общие термодинамические константы образования соответствующих частиц, в то время как $\overline{m}$ и $\overline{n}$ являются функциями Бьеррума, рассчитываемыми по следующим уравнениям:

$$\overline{m} = \sum_{i=1}^{m} i f_{Al(OH)_i}, \qquad \overline{n} = \sum_{j=1}^{n} j f_{H_jSiO_4},$$

(4)

В стандартных условиях получаем следующее выражение для ΔG_r^0:

$$\Delta G_r^0 = -RT\ln K_r \prod_{=1}^{m} \beta_{Al(OH)_i}^{2f_{Al(OH)_i}} \prod_{j=1}^{n} \beta_{H_jSiO_4}^{2f_{H_jSiO_4}} \beta_{H_2O}^{-2\overline{m}}, \quad (5)$$

Для определения изменения энергии Гиббса реакций (1) в реальных, нестандартных условиях необходимо использовать уравнение реакции изотермы. Применение этого уравнения к схеме (1) приводит к формуле: $\Delta G_r = -RT\ln K_r \alpha_{Al}^2 \alpha_{Si}^2 + RT\ln C_{Al}^2 C_{Si}^2$, (6)
где

$$\alpha_{Al} = 1 + \sum_{i=1}^{m} \beta_{Al(OH)_i}[OH]^i, \quad (7)$$

$$\alpha_{Si} = 1 + \sum_{i=1}^{n} \beta_{H_jSiO_4}[H]^j \quad (8)$$

Легко доказать, что логарифмическое выражение первого члена уравнения (6) является условным произведением растворимости $K_S^{cond} = K_r \alpha_{Al}^2 \alpha_{Si}^2$ [8]. Таким образом, для $C_{Al} = C_{Si} = 1$ моль/л, ΔG_r прямо взаимосвязано со значением K_S^{cond}.

Полученные результаты расчета ΔG_r^0 и ΔG_r, в зависимости от *pH,* по уравнениям (5) и (6) для $C_{Al} = C_{Si} = 1$ моль/л, представлены на рисунке. Проанализированный пример показывает достаточно убедительно, что изменения энергии Гиббса в реальных условиях могут существенно отличаться от стандартного значения, и поэтому выводы, сделанные на основе значений ΔG_r^0, не всегда приемлемы.

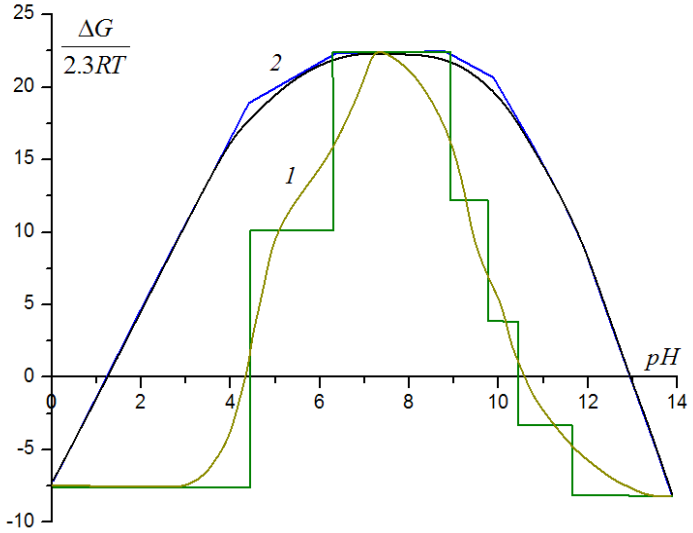


Рисунок – Зависимость энергии Гиббса от *pH* для системы *Каолинит – водный раствор* в стандартных (кривая 1) и нестандартных (кривая 2) условиях.

Выводы.

Химические равновесные процессы в системе «*Минерал – водный раствор*» описаны обобщенным уравнением реакций, где водные растворимые формы образуются в количествах, пропорциональных их парциальным мольным долям. Выведены математические выражения для расчета изменения энергии Гиббса общих процессов, принимая во внимание такие побочные реакции, как гидролиз и образование комплексов в реальных, нестандартных условиях. Был выяснен физический смысл условного произведения растворимости. Разработанный подход для расчета энергии Гиббса успешно применен для химических процессов в почве с участием каолинита. Этот метод является универсальным и может быть применен для любых гетерогенных процессов в водных системах, включающих образование твердых фаз.

ЛИТЕРАТУРА

1. Appelo C. A. J., Postma D. Geochemistry, Groundwater and Pollution. 2005, Balkema Publishers, London.
2. Drever J. I. The Geochemistry of Natural Waters. (3rd edition). 2009, Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, N J.
3. Kulik A. Thermodynamic Concepts in Modeling Sorption at the Mineral-Water Interface. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, 2009, 70, 125.
4. Stumm W., Morgan J. J. Aquatic Chemistry (3rd edition). 1996, Wiley – Interscience, NY.
5. Zhu C. Geochemical Modeling of Reaction Paths and Geochemical Reaction Networks. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, 2009, 70, 533–569.
6. Fernández-Sanjurjo M. J., Álvarez E., García-Rodeja E. Speciation and solubility control of aluminium in soils developed from slates of the River Sor Watershed (Galicia, NW Spain).*Water, Air, and Soil Pollution*, 1998, 103, 35–53.
7. Driscoll C. T., Baker J. P., Bisigni J. J., Schofield C. L. Effect of aluminium speciation on fish in dilute acidified waters. *Nature*, 1980, 284, 161–164.
8. Fishtik I., Povar I. and Vataman I. Thermodynamics of complex chemical equilibria in the system “precipitate of salt – aqueous solution”. The formation of polynuclear species. *Zh. Obshch. Khim.*, 1987, 57, 736–742. (In Russian).

УДК 631.42

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПАХОТНЫХ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ ГОРНОРУДНОГО РЕГИОНА

Бускунова Гульсина Гильмановна, *кандидат биологических наук, Сибайский институт (филиал) ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»,* ***Россия, Башкирия,*** *г. Сибай, gulsina_busk.mail.ru*

Губайдуллина Айгиза Азаматовна, *Сибайский институт (филиал) ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»,* ***Россия, Башкирия,*** *г. Сибай, aygizaa9@yandex.ru*

Изучено содержание тяжелых металлов в пахотных почвах Баймакского района Республики Башкортостан. Коэффициенты вариации тяжелых металлов в почвах агроэкосистем высокие (выше 21 %), за исключением железа, для которого характерна низкая вариация (до 10 %). Содержание Fe, Cu, Mn, Pb, Co в пахотных почвах не выходят за пределы ПДК. Концентрации Cd в почвах превышают ПДК от 1,0 до 9,0 раз, Ni – 1,2–3,0, Zn – 1,27–1,37 раза. По индексу загрязнения Zc изученные почвы относятся к категории допустимой.

Ключевые слова: тяжелые металлы, пахотные почвы, индекс суммарного загрязнения, предельно допустимые концентрации.

ECOLOGICAL ASSESSMENT OF ARABLE SOILS IN THE MINING REGION

Buskunov G. G. Gubaidullina A. A.

The content of heavy metals in arable soils of the Baimak district of the Republic of Bashkortostan was studied. The coefficients of variation of heavy metals in agroecosystem soils are high (above 21%), with the exception of iron, which is characterized by low variation (up to 10%). The content of Fe, si, Mn, Pb, and Co in arable soils does not exceed the MPC. Cd concentrations in soils exceed the MPC from 1.0 to 9.0 times, Ni-1.2-3.0 times, and Zn-1.27-1.37 times. According to the degree of ZC contamination, the studied soils were classified as acceptable.

Key words: heavy metals, agricultural soils, the index of total contamination, maximum allowable concentration.

Изучение закономерностей естественных процессов миграции и концентрации химических элементов в ландшафтах различных природных зон и провинций– одна из задач геохимической экологии [6]. Территория Башкирского Зауралья представляет собой зону геохимических аномалий и характеризуется повышенным содержанием ряда тяжелых металлов (ТМ) в почве. На этом фоне, в результате неумеренного внесения удобрений и ядохимикатов, происходит загрязнение пахотных почв тяжёлыми металлами. Тяжёлые металлы входят в число наиболее опасных загрязнителей [3], которые передаются по цепи почва–растение–человек. В связи с этим целью нашего исследования явилась оценка загрязнения пахотных почв Баймакского района Республики Башкортостан тяжёлыми металлами. На территории района было заложено 7 пробных площадок (ПП).

Отбор проб почвы проводили методом конверта. С каждой пробной площадки образцы почв отобрали с помощью лопаты на глубине 5–15 см и упаковывали в полиэтиленовые мешочки, затем высушивали, просеивали через сито для дальнейшего исследования [2]. Содержание ТМ (Cu, Zn, Mn, Fe, Ni, Cd, Pb, Co) в образцах почв определяли атомно-абсорбционным методом в лаборатории обогатительной фабрики СФ ОАО «УГОК» на аппарате «CONTR AA» (Германия) с пламенным атомизатором «ацетилен-воздух». Для экотоксикологической оценки почв использовали предельно допустимые концентрации (ПДК) ТМ для подвижных форм [1], для железа – фон [9].

Для оценки степени загрязненности почв ТМ был расчитат индекс суммарного загрязнения (Zc) по формуле: $Zc=\Sigma Кс–(n–1)$, где Кс – коэффициент концентрации элемента, определяемый отношением его содержания в почве к фоновому (ПДК п. ф.); n – число оцениваемых ингредиентов [8]. Критические значения, характеризующие суммарное загрязнение Zc по степени опасности, таковы: при $Zc<16$ загрязнение считается допустимым; при $16<Zc<32$ – умеренно опасным; при $32<Zc<128$ – высокоопасным; при $Zc>128$ – чрезвычайно опасным.

Для выяснения изменчивости содержания ТМ в почвах был вычислен коэффициент вариации (Cv, %). Если Cv до 10 % – низкая; от 11 до 20 % – средняя; от 21 % и выше высокая изменчивость признаков [4]. Для выявления связей между содержанием ТМ в почвах был выполнен корреляционный анализ. Оценку силы влияния факторов проводили по Н. А. Плохинскому (1970): если r до 0,25 – слабая, от 0,25 до 0,5 – средняя, от 0,6 до 0,8 – сильная связь. Коэффициент корреляции считался достоверным при значимости $p \geq 0,05$ [5].

Содержание подвижной формы Cu в пахотных почвах Баймакского района колеблется от 0,29 (ПП 1) до 1,3 мг/кг (ПП 7) (Cv =51,0 %), Zn – от 2,93 (ПП 7) до 31,62 мг/кг (ПП 1) (Cv =72,2 %), Ni – от 2,17 (ПП 6) до 11,85 мг/кг (ПП 1) (Cv =67,0 %), Cd – от 0,22 (ПП 2) до 2,0 мг/кг (ПП 1) (Cv =58,6 %), Co – от 0,58 (ПП 2) до 2,05 мг/кг (ПП 4) (Cv =47,7 %), Pb – от 0,08 (ПП 5) до 0,04 мг/кг (ПП 4) (Cv =60,1 %), Fe от 57,0 (ПП 1) до 74,0 мг/кг (ПП 6) (Cv = 7,6 %), Mn – от 4,2 (ПП 5) до 21,0 мг/кг (ПП 2) (Cv = 59,3 %).

Содержание Fe, Cu, Mn, Pb, Co в пахотных почвах не выходят за пределы ПДК. Концентрация Cd в почвах превышает ПДК во всех ПП от 1,0 до 9,0 раз, Ni – в ПП 1, 2, 5, 7 (1,2–3,0 раза), Zn – в ПП 1, 2 (1,27–1,37 раза) (рисунок 1).

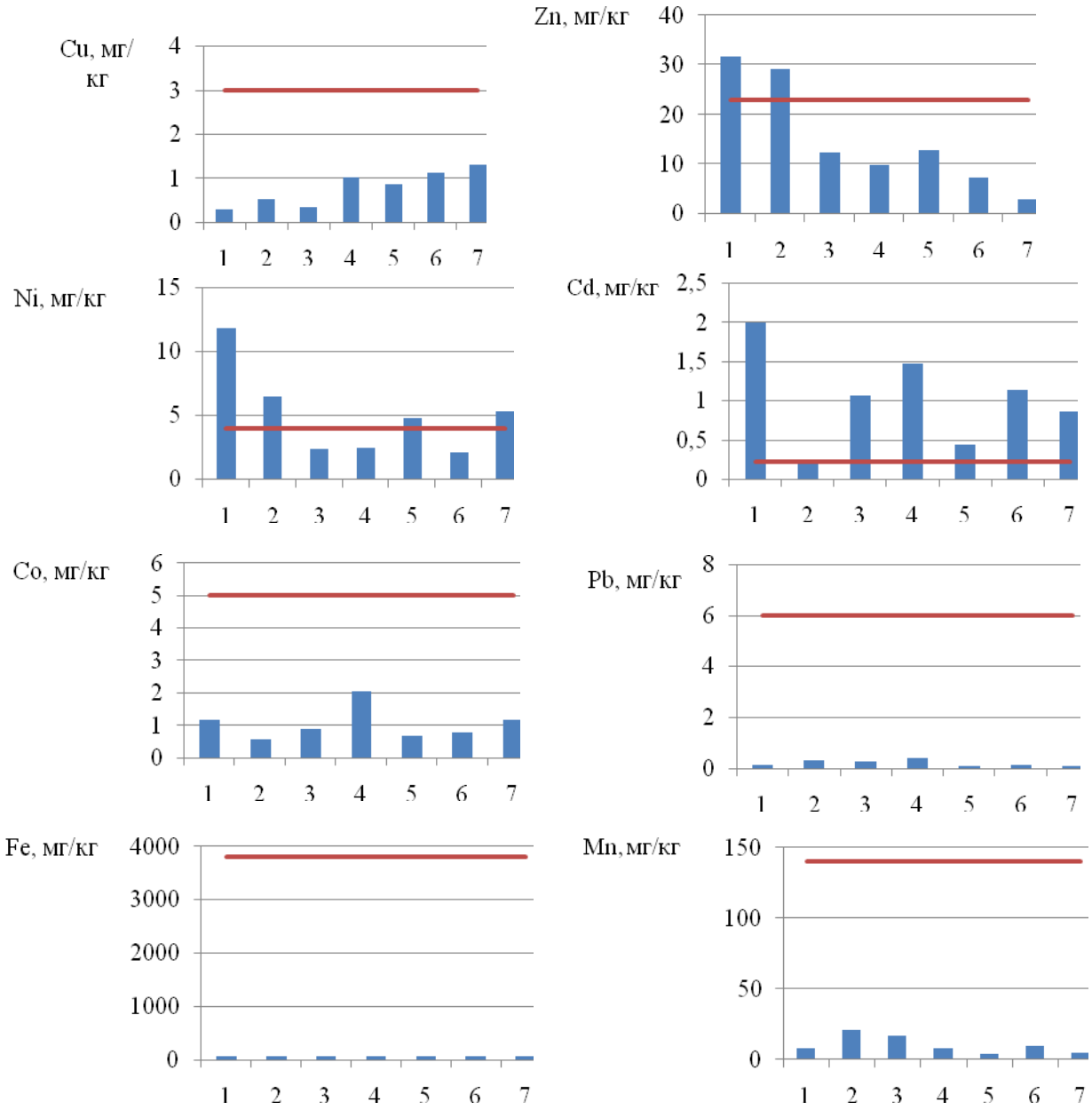


Рисунок 1 – Содержание подвижных форм тяжелых металлов в пахотных почвах Баймакского района : —ПДК, мг/кг , для Fe – фон;

Тяжелые металлы в почве находятся в тесном взаимодействии друг с другом: антагонистическом либо синергическом. Антагонизм между элементами возникает в том случае, если их общее участие в химических реакциях приводит к усилению действия одного из них. Синергизм представляет собой комплексное действие элементов (двух или более), при котором достигается усиление положительного их влияния на растение.

Корреляционный анализ показал, что между содержанием меди и цинка в почве наблюдается отрицательная достоверная корреляция ($r = -0,89$; $p = 0,006$); меди и железа – положительная достоверная корреляция ($r = 0,78$; $p = 0,03$); цинка и железа – отрицательная достоверная корреляция ($r = -0,85$; $p = 0,01$); кадмием и кобальтом – положительная достоверная корреляция ($r = 0,76$; $p = 0,04$) (рисунок 2).

Таким образом, коэффициенты вариации ТМ в почвах агроэкосистем высокие (выше 21 %), за исключением железа, для которого характерна низкая вариация (до 10 %). По степени загрязнения согласно Zc изученные почвы относились к категории допустимой.

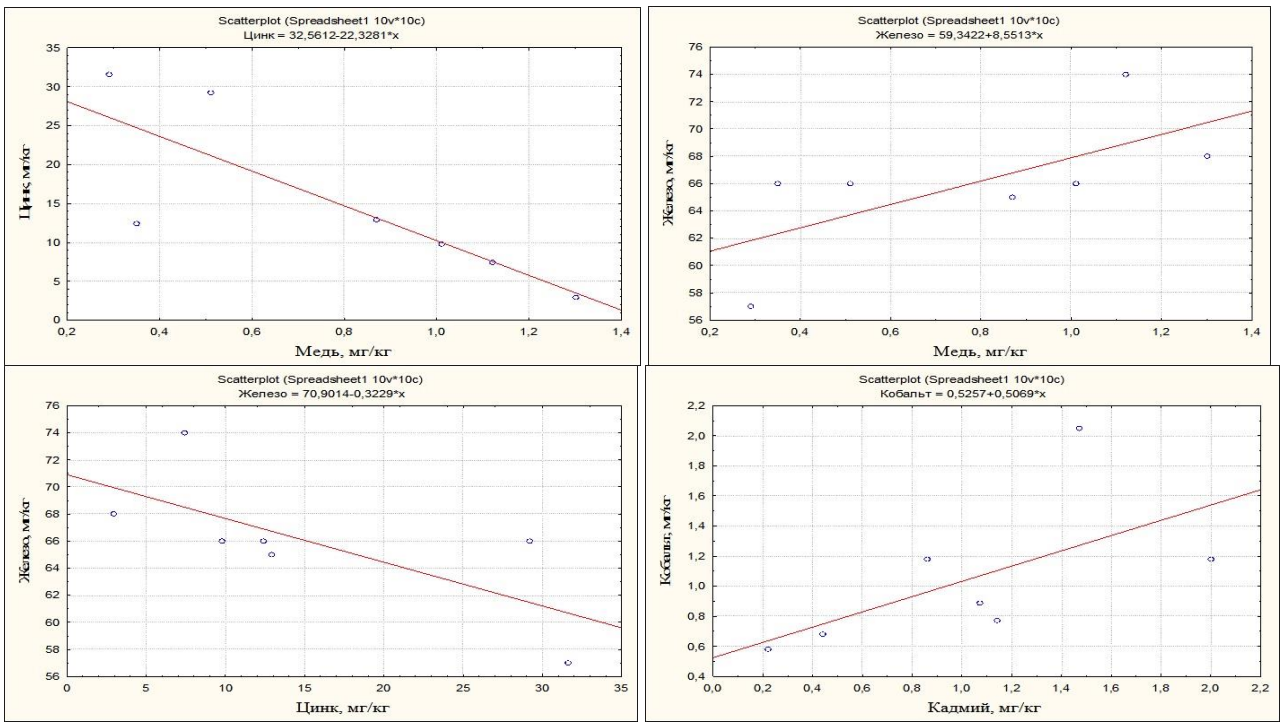


Рисунок 2 – Взаимозависимость тяжелых металлов в почве

ЛИТЕРАТУРА

1. ГН 2.1.7.2041-06 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве.
2. ГОСТ 17.4.4.02-84 Охрана природы (ССОП). Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа.
3. Гусев Н. Ф. Геохимия биосферы / Н. Ф. Гусев, А. В. Филиппова, О. Н. Немерешина. – Оренбург : ОГАУ, 2005. – 190 с.
4. Зайцев Г. Н. Методика биометрических расчетов. Математическая статистика в экспериментальной ботанике / Г. Н. Зайцев. – М. : Наука, 1973. – 424 с.
5. Лакин Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. – М. : Высшая школа, 1980. – 293 с.
6. Немерешина О. Н. Оценка содержания тяжёлых металлов в тканях *Polygonum aviculare* L. на техногенно загрязнённых территориях / О. Н. Немерешина, А. А. Шайхутдинова // Экология и промышленность России. – 2012. – № 9. – С. 46–49.
7. Плохинский Н. А. Биометрия / Н. А. Плохинский. – М. : МГУ, 1970. – 360 с.
8. Сает Ю. Е. Геохимия окружающей среды / Сает Ю. Е. и др. – М. : Недра, 1990. – 335 с.
9. Черников В. А. Агроэкология / В. А. Черников [и др.]. – М. : Колос, 2000. – 536 с.

УДК 541.182+631.436

МИНИМИЗАЦИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НА ПОЧВЕННЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

Сосновская Наталия Евгеньевна, *кандидат технических наук, ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси»,* ***Республика Беларусь****, г. Минск,* natalisosnov@mail.ru

Томсон Алексей Эммануилович, *кандидат химических наук, доцент,* ***ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси»,*** ***Республика Беларусь****, г. Минск,* altom@ecology.basnet.by

Хрипович Анна Александровна, *кандидат технических наук, Белорусский национальный технический университет,* ***Республика Беларусь****, г. Минск, anna.hripovich@gmail.com*

Соколова Тамара Владимировна, *кандидат технических наук, доцент,* ***ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси»,*** ***Республика Беларусь****, г. Минск,*

Пехтерева Виктория Станиславовна, *ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси»,* ***Республика Беларусь****, г. Минск*

Показана эффективность применения композиционного материала на основе торфа и микроорганизмов-деструкторов нефти для предотвращения миграции нефтяных загрязнений по почвенному профилю и снижения токсикации произрастающих растений. Использование композиционного материала позволяет снизить степень токсикации растений с 85,5 до 32,5 % по сухой массе по отношению к фону, при этом основная масса нефти задерживается в поверхностном слое (до 5 см), практически не проникая на глубину 15 см.

Ключевые слова: торф, нефть, композиционный материал, микроорганизмы-деструкторы нефти, рекультивация, степень токсикации растений.

MINIMIZING THE INFLUENCE OF OIL POLLUTION ON SOIL ECOSYSTEMS USING COMPOSITE MATERIAL

Sosnovskaya N. E., Tomson A. E., Khrypovich H. A., Tamara V. S., Pehtereva V. S.

The effectiveness of using a composite material based on peat and oil-destroying microorganisms to prevent the migration of oil pollution along the soil profile and reduce the toxication of growing plants is shown. The use of a composite material reduces the degree of plant toxicity from 85.5 to 32.5% by dry weight relative to the background, while the bulk of the oil is retained in the surface layer (up to 5 cm), almost without penetrating to a depth of 15 cm.

Key words: peat, oil, composite material, microorganisms-oil destructors, recultivation, degree of intoxication of plants.

Загрязнение агроландшафтов нефтью при ее добыче, транспортировке и переработке приводит к изъятию из хозяйственного землепользования значительных площадей плодородных земель. При попадании в окружающую среду нефть не только отрицательно сказывается на функционировании экосистем, находясь в них в течение нескольких лет, но и распространяется как по поверхности почвы, так и по почвенному профилю. В мировой практике для рекультивации нефтезагрязненных почв чаще всего используются следующие виды очистки: микробиологические технологии с использованием как почвенных, так и специально подобранных штаммов микроорганизмов-деструкторов нефти (биоремедиация); фиторемедиация с использованием растений; физико-химические методы очистки, при которых рекомендуется применять широкий спектр нефтяных сорбентов. К сожалению, большинство высокоэффективных сорбентов требуют утилизации после из насыщения нефтью. Для очистки загрязненных почв с концентрацией нефтепродуктов от 100 до 5 000 мг/кг наиболее применим, с учетом эффективности, затрат и продолжительности, метод био- и фиторемедиации с использованием почвенных и привнесенных микроорганизмов.

Разработанный в Институте природопользования НАН Беларуси композиционный материал на основе торфа и микроорганизмов-деструкторов нефти позволяет эффективно удалять нефть из природных объектов, а его использование при рекультивации не только разрушает нефть, но и улучшает характеристики почвы за счет органического вещества торфа и биомассы микроорганизмов [4].

С целью определения миграции нефти по почвенному профилю на биологическом этапе рекультивации с использованием композиционного материала на основе торфа и микроорганизмов-деструкторов нефти на территории экспериментальной базы «Свислочь» НАН Беларуси был проведен мелкоделяночный полевой опыт в 4-кратной повторности [1]. Схема опыта представлена в таблице.

Сырую нефть вносили путем равномерного разбрызгивания в количестве, соответствующем величине загрязнения 100 величин предельно допустимой концентрации нефти или нефтепродуктов в почве [3]. Для локализации нефтяных загрязнений и в качестве носителя для штаммов микроорганизмов-деструкторов нефти рода *Rhodococcus* использовали композиционный сорбционный материал на основе торфа в количестве 0,5 кг, исходя из нефтеемкости 3 кг/кг. Все компоненты заделывали в почву путем рыхления.

Контроль за динамикой разложения нефти в почве осуществляли путем отбора почвенных проб для проведения химических и микробиологических анализов. Для фиторекультивации нефтезагрязненных земель на опытных делянках был произведен высев смеси из трех видов травяных культур – костер безостый, лисохвост и овсяница в равных соотношениях, норма высева смеси составила 9 г/м^2 с учетом всхожести семян.

Концентрацию углеводородов нефти в пробе определяли ИК-спектрофотометрическим методом после экстракции нефтепродуктов (НП) из почвы четыреххлористым углеродом.

Степень токсикации растений (T) рассчитывали по формуле:

$$T = 100–m/m_0 \cdot 100,$$

где m_i – масса растений i–го варианта опыта, кг; m_0 – масса растений фонового варианта опыта, кг.

Результаты исследований приведены в таблице.

Остаточная концентрация нефти в варианте с применением композиционного материала составила 1,68 мг/г, или 6,7 % от внесенного загрязнения, что позволяет удовлетворительно оценить результаты рекультивации в соответствии с требованиями [2], и предположить достаточно широкое народно-хозяйственное использование рекультивируемых земель.

Таблица – Остаточная концентрация нефти и характеристики фитоценозов в условиях полевого мелкоделяночного опыта

Вариант опыта	Остаточная концентрация нефти, мг/г	Площадь зарастания, м^2	Степень токсикации по выходу сухой биомассы, %	
			1-й укос	2-й укос
1. Фон – почва	0,031	0,8	–	–
2. Почва + нефть	11,08	0,1	91,7	85,5
3. Почва + нефть + композиционный материал	6,91	0,3	78,2	73,3
4. Почва + нефть + культура	4,83	0,5	69,0	56,0
5. Почва + нефть + композиционный материал + культура	1,68	0,7	53,4	32,5

Данные, представленные в таблице, свидетельствуют о том, что применение композиционного материала позволяет достичь увеличения выхода биомассы растений по сравнению с нефтезагрязненной почвой. Степень токсикации растений по сухой массе за первый укос снижается с 91,7 до 53,4 % и с 85,5 до 32,5 % за второй укос. Площадь зарастания травяной растительностью на опытных делянках с применением торфа составила 37,5 %, с применением культуры микроорганизмов-деструкторов нефти – 62,5 %, а с применением композиционного материала – 87,5 % по сравнению с незагрязненной почвой, что свидетельствует об эффективности проведенных фиторемедиационных мероприятий.

Для изучения влияния композиционного материала на миграцию нефти в вариантах 2 и 5 были отобраны пробы по глубине почвенного профиля с шагом 5 см. Как следует из рисунка, в естественных условиях под воздействием осадков нефть проникает на глубину свыше 20 см, использование композиционного материала на основе торфа предотвращает ми-

грацию нефти в нижние почвенные горизонты (10–20 см). Основная масса нефти задерживается в поверхностном слое (0–5 см), на глубине 10–15 см в варианте с применением композиционного материала нефть не обнаружена.

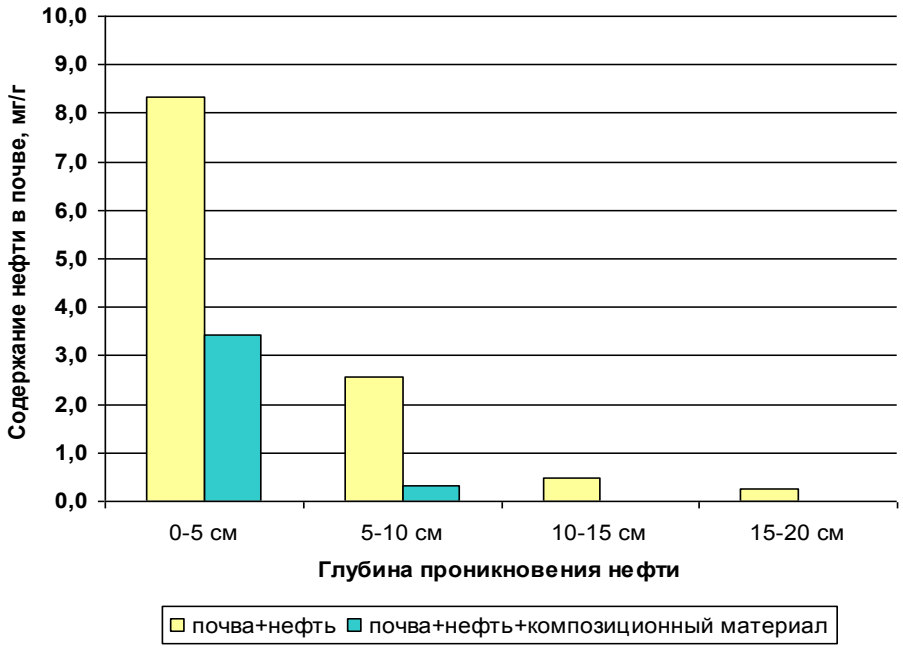


Рисунок – Влияние композиционного материала с микроорганизмами-деструкторами на миграцию нефти по почвенному профилю

В мировой практике для контроля за восстановлением нефтезагрязненных земель одновременно проводится посев тех же культур по аналогичной технологии на контрольном (незагрязненном) участке на буферной площади между нефтезагрязненным участком и землями, используемыми для хозяйственных целей [1]. Если зарастание на загрязненном участке составляет не менее 75 % площади земель по сравнению с зарастанием на контрольном участке, то рекультивационные работы считаются законченными [2, п. 8.3.22.7]. Как следует из данных таблицы, площадь зарастания травяной растительностью на опытных делянках с применением торфа составила 37,5 %, с применением культуры микроорганизмов-деструкторов нефти – 62,5, а с применением композиционного материала – 87,5 % по сравнению с незагрязненной почвой.

Таким образом, применение композиционного материала в сочетании с микроорганизмами-деструкторами нефти позволяет не только достичь степени деградации нефти 93,3 % и снизить степень токсикации растений с 85,5 до 32,5 % по сухой массе по отношению к фону, но также предотвратить миграцию нефти по почвенному профилю.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М., 1985.

2. ГОСТ Р 57447-2017 Наилучшие доступные технологии. Рекультивация земель и земельных участков, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. Основные положения. – М. : Стандартинформ, 2017. – 32 с.

3. Предельно допустимые концентрации нефтепродуктов в землях (включая почвы) для различных категорий земель: Постановление М-ва здравоохранения Респ. Беларусь, 12 марта 2012 г., № 17/1 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2012. – № 82. – 5/14143.

4. Цыганов А. Р. Новый композиционный материал на основе торфа и микроорганизмов-деструкторов и эффективность его применения для рекультивации нефтезагрязненных земель / А. Р. Цыганов [и др.] // Природопользование. – 2012. – Вып. 21. – С. 288–294.

УДК 631.811.98.632.4.9.938.388.51

ЗНАЧЕНИЕ УНИВЕРСАЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ «КОМПОЗИЦИОННЫХ СУСПЕНЗИЙ» НА ЗЕРНОВЫЕ КУЛЬТУРЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ РАЗЛИЧНЫХ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ФАКТОРОВ

Икрамова Махбуба Латиповна, *кандидат биологических наук, Научно-исследовательский институт селекции, семеноводства и агротехнологии выращивания хлопка Бухарского научно-опытного станции (НИИССАВХ Бухарского НОС),* ***Республика Узбекистан,*** *г. Бухара*

Рахматов Бахтиёр Ниматович, *кандидат сельскохозяйственных наук, Научно-исследовательский институт селекции, семеноводства и агротехнологии выращивания хлопка Бухарского научно-опытного станции (НИИССАВХ Бухарского НОС),* ***Республика Узбекистан,*** *г. Бухара*

Каримова Мадина Фахритдиновна, *Бухарский государственный университет,* ***Республика Узбекистан,*** *г. Бухара ikramova55@mail.ru, davlat_0024@mail.ru*

Приведены результаты изучения универсально действующего иммуностимулятора «Фитовак» 75 мл/га + карбамид 6,5 кг/га + гумин 2,5 кг/га – «композиционной суспензии» – при комплексном применении баковой смеси с различными нормами пестицидов против различных заболеваний, вредителей и сорных растений для улучшения роста и развития пшеницы, повышения урожая и качества зерновых культур.

Ключевые слова: фитовак, «композиционная суспензия», иммуностимулятор, ресурсосбережение, прибавка урожая.

VALUE OF THE UNIVERSAL ACTION OF “COMPOSITE SUSPENSIONS” ON GRAIN CROPS FOR PROTECTION AGAINST VARIOUS ADVERSE FACTORS

Ikramova M. L., Rakhmatov B. N., Karimova M. F.

The results are presented on the basis of the prepared universally acting immunostimulant Fitovak 75ml / ha and + urea 6.5 kg / ha + humine 2.5 kg / ha of a composite suspension for the integrated use of a tank mixture with different pesticide standards in the form of a suspension, against various diseases, pests and weeds to improve the growth and development of wheat, increase yield and quality of grain crops.

Key words: «phytovac», universally acting composite suspension, immunostimulant, resource-saving, yield increase.

В Республике Узбекистан для получения высоких и качественных урожаев зерна комплексно применяются иммуно-, биорегуляторы, ядохимикатов и интегрированные меры борьбы с различными заболеваниями, вредителями и сорными растениями. На зерновых полях в той и иной степени встречаются грибковые заболевания, такие как фузариоз, корневая гниль, черная головня, желтые ржавчины, септориоз; из вредителей: тля, трипсы, моллюски, гессенские мухи, и др., из сорных растений: одно- и двухдольные, 1–2-летние и многолетние растения, которые наносят значительный вред получению высококачественного урожая.

В настоящее время в растениеводстве формируется принципиально новое направление в поиске и разработке пестицидов – комплексно действующих, многоцелевых стимуляторов защитных реакций, роста и развития растений, которые выполняют одновременно множество функций: формируют индуцированную устойчивость к возбудителям болезней, стимулируют формообразовательные процессы, повышают активность фотосинтеза, количественные и качественные показатели урожая зерна и др. [1, 2, 3, 4, 6].

Альтернативным комплексно действующим иммуно и ростостимулирующим препаратом является стимулятор “Фитовак”. Он стимулирует нфизиологические реакции самого растения и повышает его сезонную устойчивость до конца вегетации. При обработке растений Фитоваком активируются защитные механизмы, что приводит к повышению активности индукции фитоалексинов, которые являются тригерром защитной реакциии сверх чувствительности инфицированных клеток. “Фитовак” действует на растение как иммунизатор еще до контакта его с патогеном и способствует временной физиологической

стимуляции генетически детерминированного свойства устойчивости растений. Он особенно незаменим в годы с плохими климатическими погодными условиями, обладает реабилитационной способностью на проблемных растениях, благоприятно действует на физиологические и биохимические процессы, тем самым ускоряет созревание и повышает урожайность сельхозкультур [1, 2].

В республике в течение многих десятков лет для уничтожения различных заболеваний, вредителей и сорных растений применяли различные химикаты в полных рекомендуемых нормах в зависимости от применяемых сельхозкультур. В связи с этим, на почвах и в атмосфере год за год накапливались токсические вещества и снижалось качество урожая. Кроме того, применение многократных и высоких доз пестицидов оказывало отрицательное влияние на себестоимость продукции и состояние окружающей среды.

Работами П. Кинтя [6] было установлено, что многие биорегуляторы проявляют мембраноактивные свойства, благодаря которым открывается возможность их использования в сочетании с пестицидами. За счет увеличения проницаемости клеточных мембран вызванного применением био- и иммунорегуляторов открывается возможность сократить нормы расхода и количество обработок химикатами, т. е. снизить пестицидный прессинг на окружающую среду.

Применение иммуностимулятора «Фитовак» 75 мл + карбамид 6,5 кг + гумин – 350 мл/га, в комплексе с различными нормами пестицидов в виде суспензии против различных заболеваний, вредителей и сорных растений в предпосевных обработках семян, в фазы трубкования и колошения зерновых культур является очень актуальным в Бухарской области. Одновременное применение композиционноц суспензии сокращает количество обработок и нормы расхода пестицидов, повышает урожай и качество зерна.

Для приготовления универсальной и контактно действующей композиционной суспензии из “Фитовак” от рекомендуемой дозы 200–300 мл/га берется 50–75 мл/га, добавляются в него гуминовые соединения (Узгуми 350 мл/га) и карбамид (6,5 кг/га в физическом состоянии). Это композиционный рабочий раствор (нормы расхода) не изменяется. Вводя в этот раствор и сократив рекомедуемую норму расходы на ¼ и ½ раза, прибавляются различные пестициды, сократив дозу пестицидов на 25–50 %. Каждый препарат повышает активность действия применяемой дозы, вследствие чего сокращается расход пестицидов, экономятся ресурсы на 25–50 %, уменьшается количество обработок химикатами, очищается экологическая среда от химического прессинга.

В связи с вышесказанным были впервые проведены исследования по изучению и возможности использования композиционной суспензии на основе “Фитовак” с карбамидом, гуминовыми веществами и различными пестицидами в разных количествах в качестве фунгицида, инсектицида и гербицида на озимой пшенице сорта Старшина в почвенно-климатических условиях Бухарской области. Основной целью и задачей исследований была оченка влияние оптимальных доз комплексного применения на зерновых культурах на основе приготовленной баковой смеси различных пестицидов (”композиционная суспензия”) в разных нормах расхода на биологическую эффективность, рост, развитие и качество урожая зерна.

Объектом исследований были сорта озимой пшеницы Старшина, иммуностимулятор “Фитовак”, соли гуминовых кислот, карбамид, фунгицид – Альтосупер 33 %, против вредителей – Далатэ 10%, из гербицидов – Энтосупер 75 % и Энтостар.

С целью повышения эффективности урожая и качества зерновых культур и понижения расхода применяемых раз личных пестицидов в среднезасоленных, лугово-аллювиальных почвах в Бухарской области были приготовлены композиционные баковые смеси (для уничтожения грибковых заболеваний фунгициды: Альтосупер 33 %, брали с каждого в 3 дозах (0,3–0,225–0,15 л/га); против вредителей – Далатэ 10 % (70–53–35 мл/га) и для уничтожения одно- и двудольных сорняков Энтостар – 20–15–10 г/га и Энтосупер75 % (0,8–0,6–0,4 л/га), к которым прибавлялся “Фитовак” 75 мл /га + карбамид 6,5 кг/га + Узгуми 350 мл/га, которые применялись в различных периодах вегетации растений. После

применения фунгицидов, инсектицидов и гербицидов, прибавленных к композиционном баковым смесям, результаты сравнивались с контрольным и эталонным вариантами. В качестве эталонного варианта брали смесь из Альтосу 33 % (полная рекомендуемая норма – 3 л/га), Далатэ 10 % (70 мл/га), Энтостар (20 г/га) и Энтосупер 75 % (0,8 л/га).

Опыт включал 14 вариантов, в 3 повторениях, на которых велись учеты на отмеченных модельных кустах на 1 м^2 по “Методика проведения полевых исследований» (УзНИИХ, 2007) [7] и Методическим рекомендациям по проведению лабораторных испытаний синтетических регуляторов роста растений ВНИИХСЗР [8]. Определение биологической эффективности по шкале Маннерса и учеты количества сорных растений по стационарному методу, данные по урожайности обрабатывались диссперсионным анализом по Б. Доспехову [4].

По результатам проведеных исследований в 2018–2019 гг. самая эффективная (лабораторная) всхожесть семян была выявлена в 5–6 вариантах (приприменение баковой смеси с композиционной суспензий +Альтосупер 0,225–150 мл/га) при 10-дневном наблюдении, которая составила 100 %, биологическая эффективность уничтожения грибковых заболеваний составила 75 %, высота растений 93,0–95,4 см, количество продуктивных побегов 5 шт./куст, масса 1000 семян – 45–44 г, урожайность – 59,8–58,8 ц/га, что выше контроля на 8,3–10,3 см; 1,5 шт/куст; 5–4 г; 9,7–8,7 ц/га.

По устранению вредителей на зерновых культурах наибольшая эффектив ность была отмечена на вариантах 9–10, (при примении баковой смеси с “компо зиционной суспензий” + Далатэ 10 %, 53–35 мл/га) – она составила 60 %, накопление сухих веществ – 215 г/куст, количество колосьев на одном растении – 5 шт., количество зерна на одном колосе 44–43 шт., масса 1000 зерен 43 г, урожай зерна 58,1 ц/га, что выше контрольного на 25 г/ куст; 1,5 шт/куст; 9–8 шт.; 3 г; 8 ц/га.

Против сорных растений зерновых культур самым лучшим вариантом оказались 13-й (при примении баковой смеси с “композиционной суспензий” +Энтосупер 0,6 мл/га), в котором биологическая эффективность составила 78,3 %, урожайность 60,1 ц/га, содержание белков и клейковины в зерне 14–28,1 %.

Исходя из полученных 2-летних данных, можно сделать вывод о том, что при использовании композиционной суспензии в качестве фунгицида, инсектицида и гербицида самыми эффективными нормами оказались для устранения заболеваний при примении баковой смеси с композиционной суспензий + Альтосупер 0,225–150 мл/га; против вредителей – при примении баковой смеси с композиционной суспензией +Далатэ-10 %, 53–35 мл/га; для уничтожении сор ных растений – при примении баковой смеси с композиционной суспензией + Энтосупер 0,6 мл/га и Энтостар 15 г/га. При этом добавка к урожаю составила 8,0; 9,7; 10,0 ц/га, экономятся ресурсы (ГСМ, ядохимикаты, рабочая сила и др.), на 25–50 % улучшается качество зерна и окружающая среда, снижается химический прессинг.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авазходжаев М. Х. Физиологические основы вилтоустойчивости хлопчатника и пути ее индицирования : Дис. … докт. биол. наук. – Баку, 1984. – 311с.

2. Ахунов Ш. «Фитовак» 20 %-ый водный раствор / Ш. Ахунов. – Ташкент, 2009. – С. 13.

3. Белюченко И. С. Влияние органоминерального компоста на плотность сложения и порозность чернозема обыкновенного / И. С. Белюченко, Д. А. Славгородская, В. В. Гукалов // Тр. КубГАУ. – Краснодар. 2011. – № 32. – С. 69–71.

4. Белюченко И. С. Влияние рекреационных нагрузок на содержание почвенного гумуса / И. С. Белюченко, В. Т. Щербина // Тр. КубГАУ. – Краснодар. – 2008. – № 10. – С. 93–99.

5. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М., 1985. – 416 с.

6. Кинтя П. К. Природные биорегуляторы и урожай / П. К. Кинтя // Защита растений. – 1991. – № 1. – С. 14–15.

7. Методики проведения полевых исследований. – Ташкент : УзНИИХ, 2007. – 147 с.

8. Методические рекомендации по проведению лабораторных испытаний синтетических регуляторов роста растений. – Черкассы : ВНИИХСЗР, 1990. –34 с.

УДК 57.042

ОЦЕНКА ОТДАЛЁННЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ ДОБЫЧИ ЖИДКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ

Князева Алёна Игоревна, *ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург, alena-knyazeva-1998@inbox.ru*

Просветова Анастасия Сергеевна, *ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург, stllik123@outlook.com*

В данной статье рассмотрены возможные последствия нефтедобычи и сопутствующих компонентов для природной окружающей среды лесостепной зоны Оренбургской области. Кроме прямого воздействия в виде загрязнения поверхностных и подземных вод, атмосферы и почвы, нефтяные углеводороды в определенных условиях оказывают долговременное негативное воздействие на все природные компоненты. Добыча нефти и сопутствующих компонентов может воздействовать как непосредственная угроза природным системам, так и опосредованно через загрязнения. На основе научного исследования предложены возможные меры восстановления антропогенно затронутой территории Оренбургской области.

Ключевые слова: нефть, почва, разливы нефти, углеводороды, жидкие углеводороды, поверхностные воды, нефтяные шламы.

EVALUATION OF REMOTE CONSEQUENCES OF PRODUCTION OF LIQUID HYDROCARBONS

Knyazeva A. I., Prosvetova A. S.

This article discusses the possible consequences of oil production and related components for the natural environment of the forest-steppe zone of the Orenburg region. In addition to direct effects in the form of pollution of surface and groundwater, the atmosphere and soil, petroleum hydrocarbons under certain conditions have a long-term negative impact on all natural components. The production of oil and related components can affect both a direct threat to natural systems and indirectly through pollution. On the basis of scientific research, possible measures for the restoration of the anthropogenically affected territory of the Orenburg region are proposed.

Key words: oil, soil, oil spills, hydrocarbons, liquid hydrocarbons, surface water, oil sludgewater, oil sludge.

В настоящее время в мире активно ведётся разработка и реализация стратегии устойчивого развития, ключевым элементом которой является концепция рационального природопользования. Восстановление и охрана окружающей среды стали приоритетными задачами человечества. Загрязнение окружающей природной среды жидкими углеводородами, а именно нефтью и ее сопутствующими загрязнителями, становится глобальной проблемой России, в том числе и Оренбургской области.

Аварийные разливы нефти и нефтепродуктов, которые происходят на объектах добычи и переработки, а также при их транспортировке, сильно вредят экологическому состоянию окружающей среды, приводят к существенным убыткам и обладают негативными последствиями социального характера. В последнее время такие чрезвычайные ситуации участились [3].

Этот факт можно объяснить следующими причинами:

- увеличение объемов добычи нефти;
- износ основных средств производства, транспортировки и добычи (например, трубопроводов);
- увеличение несанкционированных врезок в продуктопроводы и нефтепроводы.

Такая ситуация приводит к тому, что отрицательное влияние разливов нефти и нефтепродуктов на экологию становится все более ощутимым и заметным. При этом быстро оценить масштаб экологического вреда достаточно сложно, так как подобные загрязнения разрушают многие естественные взаимосвязи и циклы, а также значительно меняют условия среды обитания попадающих под их воздействие живых организмов, накапливаясь в биомассе. Например, разлив нефти 2010 г. в Мексиканском заливе привел к сокращению морского биоразнообразия в регионе, оказав негативное воздействие на всех уровнях экосистем и пи-

щевой цепи, вплоть до микробных сообществ. Территория акватории Мексиканского залива была на одну треть закрыта для промысла, при этом был введен практически полный запрет на рыбную ловлю. На побережье находили погибших морских обитателей, в частности, было обнаружено мертвыми около 600 морских черепах, 100 дельфинов, более 600 птиц и множество других млекопитающих. В результате разлива нефти в последующие годы повысилась смертность среди китов и дельфинов, смертность дельфинов вида афалина увеличилась в 50 раз. Нефть просочилась даже в воды прибрежных заповедников и болот, играющих важную роль в поддержании жизнедеятельности животного мира и перелетных птиц. Данная ситуация не исключает подобных последствий в будущем и в Оренбургской области [5].

Нефть – природная маслянистая горючая жидкость со специфическим запахом, состоящая в основном из сложной смеси углеводородов различной молекулярной массы и некоторых других химических соединений.

В нефтедобывающем комплексе загрязнение окружающей среды начинается с поискового бурения и строительства нефтедобывающих скважин. Во многих случаях на буровых установках не проводятся мероприятиях по охране почв и водоемов от загрязнения. Поэтому прилегающие земли загрязняются буровыми растворами, нефтепродуктами и сопутствующими загрязнителями. Затем происходит смыв этих вредных веществ талыми водами на прилегающий почвенный покров и водоемы. Покрывая поверхность тонкой пленкой, нефтепродукты нарушают нормальный газообмен, оказывая отрицательное влияние на природные биохимические и гидрохимические процессы.

При разливах нефти содержащиеся в ней токсичные химические соединения оказывают крайне негативное воздействие на животный и растительный мир в зоне загрязнения. Под влиянием нефти и нефтепродуктов происходит гибель растительного покрова, замедляется рост растений, нарушается процесс фотосинтеза и дыхания. Под воздействием даже небольших количеств сырой нефти уменьшаются флористическое разнообразие и биомасса. В лесных и лесостепных ландшафтах происходит «сжигание» травянистой растительности, пожелтение и отмирание хвои и листьев на деревьях и кустарниках. Отмечаются также сокращение периода вегетации, карликовость, искривление стеблей, скручивание листьев. Более всего чувствительны к нефти мхи и лишайники.

Наибольшей токсичностью обладают фракции нефти с температурой кипения 150–250 ^{o}C. Содержащиеся в нефти ароматические углеводороды вызывают хронический токсикоз. К активным и быстродействующим токсикантам относятся бензол, толуол, ксилол. Многие ароматические углеводороды характеризуются ярко выраженной мутагенностью и канцерогенностью. Наиболее опасна группа полиароматических углеводородов, которые при концентрации в воде 1 % убивают все водные растения. Метановые углеводороды оказывают наркотическое воздействие на живые организмы. Высокотоксичны бутан и пентан. Легкая фракция нефти оказывает токсическое действие на микробные сообщества и почвенных животных. Также эта фракция может мигрировать по почвенному профилю и водоносным горизонтам, значительно расширяя ареал первичного загрязнения [2].

Существуют несколько механизмов воздействия нефти на окружающую среду: физическое удушье, сказывающееся на физиологических функциях организмов; химическая токсичность, приводящая к гибели организмов либо к нарушениям функций клеток; экологические изменения, заключающиеся в основном в гибели ключевых организмов в сообществе и захвате среды обитания оппортунистическими видами; косвенные последствия.

Характер и длительность последствий разливов нефти зависит от многих факторов: количества и вида разлитой нефти, окружающих условий и физических характеристик в месте разлива нефти, фактора времени, преобладающих погодные условиях, биологического состава пострадавшей от загрязнения среды, экологической значимости входящих в него видов и их восприимчивости к нефтяному загрязнению [4].

Возможные последствия разлива нефти зависят от скорости растворения и рассеивания загрязняющего вещества в воде в результате естественных процессов. Эти параметры являются определяющими для территории распространения загрязнения и вероятности длительного воздействия повышенных концентраций нефти или ее токсичных компонентов на уязвимые природные ресурсы. К восприимчивым относятся организмы, в несколько раз сильнее других страдающие при контакте с нефтью или ее химическими компонентами.

Менее восприимчивые организмы с большей вероятностью могут выдержать кратковременное воздействие нефтяного загрязнения.

В результате естественной изменчивости экологических систем возврат к тому же состоянию, в котором система пребывала до разлива нефти, является маловероятным. Восстановление – это повторное образование сообщества флоры и фауны, присущего данной среде обитания и нормально функционирующего, с точки зрения биологического разнообразия и продуктивности. Как правило, до разлива нефти в экологической системе присутствуют организмы всех возрастов. Вновь появившиеся растения и животные относятся к узкому возрастному диапазону, таким образом, такое сообщество является изначально менее устойчивым.

Разлив нефти может непосредственно воздействовать на организмы, обитающие в экологической системе, либо приводить к потере среды обитания в долгосрочной перспективе. В процессе эксплуатации нефтяных месторождений неизбежно образование нефтешламов. Они являются серьезными источниками загрязнения окружающей среды. Нефтешламы (нефтяные шламы) – это сложные физико-химические смеси, которые состоят из нефтепродуктов, воды и механических примесей, к ним относятся: глина, песок, окислы металлов. В их состав входят толуол и бензол (летучие ароматические углеводороды), которые являются токсичными веществами. В Российской Федерации, согласно ГОСТ 12.1.007-76 «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности», отходы делятся на пять классов опасности. Нефтешламы относятся к 3-му классу опасности, – к умеренно опасным отходам. Они загрязняют водоемы, воздух, подземную среду обитания. Природный баланс, даже после уменьшения воздействия, будет восстанавливаться не менее 10 лет [8].

Образование нефтешламов при эксплуатации нефтяных месторождений происходит за счет:

- сбросов при зачистке нефтяных резервуаров;
- сбросов при подготовке нефти;
- сбросов при испытании и капитальном ремонте скважин;
- нефтесодержащих промывочных жидкостей, используемых при производстве буровых работ;
- аварийных разливов при добыче и транспортировке нефти.

Нефтешламовые амбары – открытые земляные резервуары, которые служат для хранения и накопления нефтяных шламов. Проблема утилизации нефтешламов с каждым годом приобретает всё большее значение в связи с повышением требований к охране окружающей среды [1].

Существует несколько методов утилизации углеводородсодержащих отходов:

- биологические;
- термические;
- химические;
- физикохимические,

а также комбинации этих методов. Воздействие температурой является одним из основных методов переработки нефтяных шламов.

Виды термического воздействия, которые используются чаще всего:

- Пиролиз
- Газификация
- Сжигание
- Нагревание в вакууме
- Нагревание на воздухе

Сжигание – это наиболее используемый способ утилизации. Он относится к окислительным термическим процессам аутогенного характера, когда температуры, которая выделяется при окислении, достаточно для поддержания горения. Дополнительного топлива для этого не требуется. Этот метод осуществляется при температуре не меньше 1100 ºС в печах различных конструкций.

При сжигании нефтяного шлама, в зависимости от содержания в исходном нефтешламе нефтепродуктов, образуется зола массой до 50 % от начальной. При сопоставлении составов нефтешлама, золы от нефтяного шлама и цементного клинкера можно заключить, что

нефтешлам в определённых пропорциях можно вводить в состав сырья для приготовления клинкера без нарушения химического состава и эксплуатационных качеств последнего [6].

К достоинствам данного метода можно отнести полную безотходность технологии, так как процесс уничтожения отходов происходит при температуре до 2000 °С, а наличие в печных агрегатах электро- или рукавных фильтров обеспечивает полную очистку отходящих газов. Также такой способ позволяет экономить топливо и сырье при производстве цемента.

Недостатки – необходима специализированная печь, оборудованная специальными устройствами для переработки горючих отходов. Объемы утилизации составляют от 4500 кг в час.

Естественное восстановление сложной экологической системы может занимать длительное время, следовательно, нужно уделять особое внимание по принятию реабилитационных мер для ускорения процесса восстановления [7].

ЛИТЕРАТУРА

1. Баширов В. В. Характеристика нефтешламовых амбаров и их влияние на окружающую природную среду / В. В. Баширов. – М. : ВНИИОЭНГ, 1993. – 115 с.

2. Гольберг В. М. Техногенное загрязнение природных вод углеводородами и его экологические последствия / В. М. Гольберг, В. П. Зверев. – М. : Наука, 2001. – 123 с.

3. Давыдова С. Л. Нефть и нефтепродукты в окружающей среде / С. Л. Давыдова. – М. : РУДН, 2004. – 163 с.

4. Жаров О. А. Современные методы переработки нефтешламов / О. А. Жаров // Экология производства. – 2004. – 51 с.

5. Маркизова Н. Ф. Токсикология нефтепродкутов / Н. Ф. Маркизова, А. Н. Гребенюк. – М. : Наука, 2003. – 128 с.

6. Сафонов М. А. Накопление тяжелых металлов в системе «почва-дерево-гриб» в Южном Приуралье / М. А. Сафонов, А. В. Шамраев // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2013. – 133 с.

7. Судо М. М. Нефть и углеводородные газы в современном мире / М. М. Судо. – М. : ЛКИ, 2008. – 254 с.

8. Шамраев А. В. Экологический мониторинг и экспертиза : учебное пособие / А. В. Шамраев; Оренбургский государственный университет. – Оренбург : ОГУ, 2014. – 141 с.

УДК 502.175:502.502.52.504.5(476.6)

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ АГРОЛАНДШАФТОВ

Раубо Василий Михайлович, *кандидат экономических наук, УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», **Республика Беларусь**, г. Минск, gruskevich@gmail.com*

Гурина Анна Николаевна, *кандидат технических наук, УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», **Республика Беларусь**, г. Минск, anna-mak-1983@tut.by*

Севастюк Татьяна Валерьевна, *УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», **Республика Беларусь**, г. Минск, tatsiana18@mail.ru*

Сохранение земель и их устойчивое использование является одним из приоритетных направлений в обеспечении экологической безопасности. Одним из видов деградации почвы является химическое загрязнение. Для решения проблемы определены пути и методы обеспечения безопасности агроландшафтов.

Ключевые слова: загрязненные земли, химическое загрязнение, мониторинг, непригодные пестициды, склады, подземные захоронения, стойкие органические загрязнители, методы, очистка земель.

ECOLOGICAL SAFETY OF AGRICULTURAL LANDSCAPES

Raubo V. M., Gurina A. N., Sevastyuk T. V.

Land conservation and sustainable use is one of the priority areas for ensuring environmental safety. One type of soil degradation is chemical pollution. To solve the problem, ways and methods for ensuring the safety of agrolandscapes, have been identified.

Keywords: contaminated land, chemical pollution, monitoring, unsuitable pesticides, warehouses, underground burial sites, persistent organic pollutants, methods, land treatment.

Сохранение земель (включая почвы) и их рациональное (устойчивое) использование является одним из приоритетных направлений устойчивого развития и обеспечения экологической безопасности государства. В рамках выполнения Национального плана действия по предотвращению деградации земель (включая почвы) на 2016–2020 гг. в этой области осуществляются природоохранные мероприятия по оптимизации землепользования и наведения порядка на земле [1].

По данным реестра земельных ресурсов Республики Беларусь по состоянию на 1 января 2019 г. общая площадь земель составляет 20760,0 тыс. га, в том числе 8460,1 тыс. га сельскохозяйственных земель, из них 5712,3 тыс. га пахотных. В структуре земельных ресурсов Республики Беларусь преобладают лесные и сельскохозяйственные земли, доли которых по данным на 01.01.2019 составляет соответственно 42,4 и 40,8 %. Площадь земель, загрязненных радионуклидами, выбывших из сельскохозяйственного оборота, составляет 246,7 тыс. га. [2,3].

В Республике Беларусь установлено более 20 видов и форм деградации земель (включая почвы), среди которых отмечено техногенное, в том числе радионуклидное загрязнение земель (включая почвы). Проводимый мониторинг земель свидетельствуют о том, что почвы промышленных городов где сосредоточены промышленные предприятия и автомагистрали, места использования или хранения ПХБ-содержащего оборудования, территории автозаправочных станций и хранилищ нефтепродуктов, объекты захоронения коммунальных и промышленных отходов, испытывают максимальные техногенные нагрузки, вызванные накоплением в верхнем слое (0–10 см) нефтепродуктов, тяжелых металлов и загрязняющих веществ техногенного происхождения. К территориям, потенциально загрязненным химическими веществами, относятся также территории в районах расположения источников вредного воздействия на земли в результате деятельности, связанной с хранением, использованием и обезвреживанием отходов, в том числе объекты хранения и захоронения непригодных пестицидов.

Факторами снижения экологического ущерба, связанного с непригодными пестицидами, являются: уменьшение загрязненности земель непригодными пестицидами, уменьшение площади земель под местами их хранения; передача в хозяйственное обращение складских помещений, освобожденных от непригодных пестицидов, уменьшение непреднамеренных выбросов в атмосферный воздух. Особую опасность представляют хранящиеся хлорорганические соединения, ртутьорганические протравители, фосфорорганические и медьсодержащие пестициды, смеси которых потенциально относятся к стойким органическим загрязнителям.

В настоящее время в Республике Беларусь на территории 88 складов непригодных пестицидов, принадлежащих сельхозпредприятиям, хранится порядка 1900 т ядохимикатов, подлежащих вывозу и безопасному обезвреживанию (в 2005 г. количество складских помещений составляло более 200). В 5 подземных захоронениях, созданных с 1971 по 1988 годы, находится порядка 6 тыс. т [4], которые представляют потенциальную опасность для окружающей среды и здоровья человека, приводят к загрязнению почвы, водных питьевых источников (в том числе артезианских вод) и агроландшафтов.

Природопользователи, осуществляющие хозяйственную и иную деятельность, в том числе экологически опасную, должны проводить регулярные наблюдения за содержанием СОЗ на объектах захоронения. В перечень наблюдаемых химических веществ включены аль-

дрин, эндрин, диэлдрин, дихлор-дифенил-трихлорэтан (ДДТ) и его метаболиты (в том числе 2,4 и 4,4-ДДТ), гептахлор, гексахлорбензол и гексахлорциклогексан (3 изомера: альфа-гексахлорциклогексан – α-ГХЦГ, бета-гексахлорциклогексан – β-ГХЦГ, гамма-гексахлорциклогексан (линдан) – γ-ГХЦГ, а также полихлорированные бифенилы (ПХБ) (наиболее характерные изомеры: ПХБ-101, 118, 138, 153, 180, 28, 52) [5].

По состоянию на 2018 г. пестициды, отнесенные к СОЗ, не были обнаружены в подземных водах из наблюдательных скважин в зоне влияния обследованных захоронений.

В рамках НСМОС проводится мониторинг земельного фонда (наблюдения за составом, структурой и состоянием земельных ресурсов), агропочвенный мониторинг (наблюдения за состоянием почвенного покрова земель) и мониторинг техногенного загрязнения Перечень наблюдаемых загрязняющих веществ на почвах в рамках НСМОС определяется принадлежностью и назначению земель. Химико-аналитические испытания проводятся по 29 ингредиентам (общее содержание и подвижные формы тяжелых металлов, сульфаты, нитраты, нефтепродукты, хлорорганические пестициды и бензо(а)пирен). Мониторинг за химическим загрязнением земель проводит Информационно-аналитический центр мониторинга земель УП «Проектный институт Белгипрозем», который передает обобщенную экологическую информацию в главный информационно-аналитический центр Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь (ГИАЦ НСМОС).

Начиная с 1990 г. Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь проводились научно-исследовательские работы, направленные на оценку уровня загрязнения объектов окружающей среды стойкими органическими загрязнителями. Обследования земель в местах организованного хранения пестицидов было начато с 2002 г. В ходе проведения исследований были отобраны пробы почвы, поверхностной и подземной воды в г. Молодечно, база «Уша» (ОАО «Агрохимия»); г. Слуцке, склад минеральных удобрений (ОАО «Агрохимия»), у склада ядохимикатов в г. Любани (ОАО «Сельхозхимия»). В результате проведенных исследований в некоторых областях были обнаружены гептахлор, альдрин, диэлдрин, метаболиты ДДТ, эндрин.

Вкладом в реализацию программы по очистке земли от техногенного загрязнения является ликвидация Слонимского захоронения, которая была осуществлена в 2011-2012 годах. За пределы Республики Беларусь для экологически безопасного обезвреживания на специализированном предприятии было вывезено порядка 2 тыс. тонн смесей непригодных пестицидов совместно с загрязненной землей и тарой [6]. В случае наличия загрязненного грунта (содержание пестицидов свыше 50 мг/кг) данный грунт упаковывался сотрудниками МЧС в пластиковые бочки для последующей транспортировки на уничтожение. При реабилитации захоронения был положен слой глины в основание вскрытого захоронения, а сверху насыпан чистый грунт. На месте захоронения посажены деревья, типичные для данной местности, и другая растительность.

Порядок выполнения работ по обращению с загрязненными землями (выявление, исследование, восстановление загрязненных территорий, очистка земель) в Республике Беларусь регламентируется техническим кодексом, установивший практику ТКП 17.03-03-2014 (Правила и порядок работ (услуг) по обращению с загрязненными землями (включая почвы). Порядок восстановления территорий, загрязненных стойкими органическими загрязнителями прописан в ТКП 17.12-04-2012 (02120).

В качестве методов (технологий) очистки земель, загрязненных химическими и другими веществами, могут быть использованы: биоремедиация**,** выпаривание, закрепление в земле (включая почвы), орошение земли (включая почвы), остекловывание, сжигание, термическая обработка, фиторемедиация, химическое извлечение [7]. Для восстановления территорий, загрязненных СОЗ, могут быть рекомендованы – биоремедиация, фиторемедиация, промыв почвы, термическая десорбция, механохимическое дехлорирование, катализируемое основанием разложение (КОР), химическое восстановление в газовой фазе, технология стеклования отходов GeoMelt, плазменная деструкция PLASCON, плазменная дуговая центробежная установка PACT [8]. Перед выбором метода необходимо провести предварительную

оценку целесообразности его применения с учетом эффективности, экологичности, производительности, доступности (стоимость, наличие предложений).

ЛИТЕРАТУРА

1. Национальный план действия по предотвращению деградации земель, включая почвы на 2016–2020 годы. Утвержденный постановлением Совета Министров РБ № 361 от 29.04.2015 г.

2. Состояние природной среды Беларуси : Экологический бюллетень. – 2018 г. – Минск, 2019 г. – 112 с.

3. Интернет ресурс http://gki.gov.by/ru/activity_branches-land-reestr/.

4. Интернет ресурс www.minpriroda.gov.by.

5. Интернет ресурс http//www.nsmos.by.

6. Интернет ресурс http://www.popsbelarus.by.

7. ТКП 12-04-2012(02120) «Охрана окружающей среды и природопользование. Территории. Правила и порядок работ (услуг) по обращению с загрязненными землями (включая почвы).

8. ТКП 12-04-2012(02120) «Охрана окружающей среды и природопользование. Территории. Порядок восстановления нарушенного состояния территорий, загрязненных стойкими органическими загрязнителями».

УДК 634.737:631.45:631/635

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОЧВЕННО-РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ПРИГОДНОСТИ ЗЕМЕЛЬ К ВОЗДЕЛЫВАНИЮ ГОЛУБИКИ ВЫСОКОРОСЛОЙ

Ермоленко Алексей Валерьевич, *кандидат сельскохозяйственных наук, УО «МГУ имени А. А. Кулешова»,* ***Республика Беларусь,*** *г. Могилев, ermolenko-alex@rambler.ru*

Цыбулько Николай Николаевич, *доктор сельскохозяйственных наук, профессор, РУП «Институт почвоведения и агрохимии» НАН РБ,* ***Республика Беларусь,****. г. Минск, nik.nik1966@tut.by*

Жукова Инна Ивановна, *кандидат сельскохозяйственных наук, УО «БГПУ имени Максима Танка»,* ***Республика Беларусь,*** *г. Минск, in.zhukova@mail.ru*

Описаны основы методических подходов к почвенно-радиоэкологической оценке пригодности земель, загрязненных ^{137}Cs, для возделывания голубики высокорослой. Оценка пригодности земель должна основываться на удельном весе сельскохозяйственных земель с определенной степенью загрязнения и увлажнения почв ^{137}Cs, их гранулометрическим составом в пределах административного района.

Ключевые слова: радиационное загрязнение почв, ^{137}Cs, голубика высокорослая, оценка земель

METHODICAL ASPECTS OF SOIL-RADIO-ECOLOGICAL EVALUATION OF FITNESS LANDS TO CULTIVATION OF TALL BLUEBERRY

Yarmolenka A. V., Tsybulka N. N., Zhukova I. I.

The basics of methodological approaches to soil-radioecological assessment of the suitability of contaminated ^{137}Cs lands for the cultivation of tall blueberries are described. Assessment of land suitability should be based on the specific gravity of agricultural land with a certain degree of contamination ^{137}Cs soils, their particle size distribution and the degree of soil moisture within the administrative region.

Keywords: soil radioactive contamination, ^{137}Cs, tall blueberries, land assessment.

В последние десятилетия голубика высокорослая является одной из немногих ягодных культур, демонстрирующих значительный рост площадей выращивания и объемов производства плодовой продукции. Только за 2014–2016 гг. увеличение мирового производства

ягод голубики составило порядка 16,3 % (около 90 тыс. т). Лидерами по производству ягод культуры уже не один десяток лет остаются страны Северной Америки, однако прирост мирового урожая голубики в настоящее время обеспечивают государства Южной Америки, Европы, Азии и Тихоокеанского региона [1]. Отразилась эта мировая тенденция, в том числе, и на Республике Беларусь, о чем свидетельствует десятикратный рост площадей под культурой с 120 га в 2009 до 1200 га в 2019 г. [2].

Основная масса посадок голубики высокорослой расположена в юго-западной и центральной зонах республики, где почвенные и климатические условия позволяют выращивать сорта культуры широкого спектра сроков созревания. Имеются насаждения также и в других частях страны. Распространению голубики высокорослой в юго-восточных регионах страны (Могилевская и Гомельская области) препятствует загрязнение почв радионуклидами чернобыльского происхождения, прежде всего ^{137}Cs.

К настоящему времени изучены особенности биологической миграции ^{137}Cs в системе «почва – растение» для большинства сельскохозяйственных культур, выращиваемых в республике; разработаны рекомендации по их возделыванию на загрязненных радионуклидом землях. Голубика высокорослая в этом плане оказалась неисследованной, в основном по причине ее недавнего начала промышленного возделывания в Беларуси. Вместе с тем культура относится к растениям семейства брусничных (*Vacciniaceae* S. F. Gray), дикорастущие представители которого (черника обыкновенная, голубика топяная, брусника обыкновенная) известны высокими величинами перехода ^{137}Cs из почвы в растения. Почвенные условия, которые предпочитает голубика (легкие, хорошо аэрируемые кислые почвы), также являются фактором, способствующим повышенному поступлению радиоцезия в растения [3, 4].

Нашими исследованиями, проведенными в 2016–2018 гг. [5, 6], были установлены коэффициенты перехода ^{137}Cs из почвы в ягоды голубики высокорослой, рассчитаны предельные плотности загрязнения почвы, при котором возможно получение ягодной продукции культуры с содержанием радионуклида в пределах допустимых к употреблению в пищу норм (70 Бк/кг – республиканский допустимый уровень РДУ-99). Полученные результаты позволяют произвести оценку пригодности земель, загрязненных ^{137}Cs, к возделыванию голубики высокорослой с учетом особенностей накопления радионуклида в плодах культуры.

Цель данной работы – определить ключевые факторы пригодности земель загрязненных ^{137}Cs районов для возделывания голубики высокорослой.

Исследовательскую работу вели на основе экспериментальных данных по накоплению ^{137}Cs голубикой высокорослой, комплексной агроэкологической характеристики почв (плотность загрязнения ^{137}Cs, гранулометрический состав, агрохимические показатели почв), площадей сельскохозяйственных земель районов. Исследования проводили в рамках выполнения задания подпрограммы «Радиация и природные системы» государственной программы научных исследований Республики Беларусь «Природопользование и экология» на 2016–2020 гu.

Ведущим фактором, лимитирующим пригодность загрязненных ^{137}Cs почв для возделывания голубики высокорослой для получения нормативно чистой ягодной продукции, является степень загрязнения почв радионуклидом. Согласно нашим ранее произведенным расчетам пороговое загрязнение почв ^{137}Cs, превышение которого ведет к накоплению радионуклида в ягодах голубики выше допустимого значения, зависит от степени загрязнения почв радиоцезием, почвенно-экологических условий, сортовых особенностей культуры и находится в диапазоне 7,5–17,6 Ки/км^2.

На основании имеющихся данных нами предложена шкала оценки пригодности почв к возделыванию голубики высокорослой на основе степени их загрязнения радиоцезием с учетом рисков превышения значений РДУ-99 в ягодах при использовании на пищевые цели (таблица).

Согласно таблице, возделывание голубики высокорослой на загрязненных ^{137}Cs землях в промышленных масштабах возможно при плотности загрязнения почв до 4,99 Ки/км^2. Земли с почвами 3 и 4-й степеней загрязнения отнесены нами к ограниченно пригодным. Про-

мышленное производство на таких землях возможно при тщательном подборе участка с подходящей характеристикой почв, однако будет сопряжено с высокими рисками получения «грязной» продукции, в связи с чем имеет сомнительную целесообразность. Загрязненные почвы 5–7-й степеней непригодны для возделывания голубики высокорослой.

Таблица – Пригодность почв к возделыванию голубики высокорослой с учетом рисков превышения значений РДУ-99 в ягодах при использовании на пищевые цели

Степень загрязнения почвы	Содержание радионуклидов ^{137}Cs, Ки/км^2	Риск превышения норм РДУ-99 содержания радионуклида в плодах культуры	Пригодность почв под возделывание голубики
1	0,99 и менее	отсутствует	пригодные
2	1,00–4,99	минимальный	пригодные
3	5,00–9,99	высокий	ограниченно пригодные
4	10,00–14,99		
5	15,00–29,99	очень высокий	непригодные
6	30,00–39,99		
7	40,00 и выше		

Таким образом, по радиологическому фактору основным критерием пригодности земель к возделыванию голубики высокорослой должна служить степень загрязнения почв трех групп: не загрязненные земли (почвы с содержанием ^{137}Cs до 0,99 Ки/км^2), земли с загрязнением почв 1,00–4,99 Ки/км^2, земли с загрязнением 5,00 и выше Ки/км^2. Вместе с тем этот критерий обретает значимость для оценки пригодности земель в преломлении на единицу их территориальной принадлежности. В качестве такой единицы целесообразно выбрать административный район, так как на уровне административных районов в республике имеются необходимые для оценки результаты не только радиологического, но и агрохимического обследования почв сельскохозяйственных земель, а также другие материалы.

Вторым фактором, определяющим пригодность земель для выращивания голубики, является почвенный. Наряду со степенью загрязнения, гранулометрические характеристики почв будут также важным фактором пригодности земель к возделыванию голубики, так как являются фактически неизменными. Лимитирующим пригодность будет наличие среди земель глинистых, суглинистых, а также карбонатных и переувлажненных почв.

Агрохимические показатели почв (кислотность, содержание гумуса, подвижных форм калия и фосфора) в процессе сельскохозяйственной деятельности подвергаются корректировке и при оценке пригодности почв могут служить лишь дополнительными критериями.

Таким образом, оценка пригодности земель, загрязненных ^{137}Cs районов для возделывания голубики высокорослой, может основываться на расчете удельного веса земель административного района с выделенными нами характеристиками почв, присвоением ему определенных баллов с их последующим суммированием. Исследовательская работа по данному направлению продолжается.

ЛИТЕРАТУРА

1 Плута С. Мировое производство голубики: актуальные данные / С. Плута // Ягодник. – № 4 (10) 2018 [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: http://jagodnik.info/index.php/novosti /item/450-mirovoe-proizvodstvo-golubiki-aktualnye-dannye. – Дата доступа: 15.11.2019.

2 Почему белорусская голубика дороже привозной черешни? Сладка ягода // Беларусь сегодня [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: https://yandex.by/turbo?text=https%3A%2F%2Fwww.sb.by%2Farticles%2Fsladka-yagoda324. html. – Дата доступа : 12.10.2019.

3 Инструкция по известкованию кислых почв сельскохозяйственных угодий Республики Беларусь: утв. М-вом сельского хозяйства и продовольствия Респ. Беларусь 11.11.97. – Минск, 1997. – 26 с.

4 Богуславская Н. В. Влияние подкисления дерново-подзолистой суглинистой почвы на подвижность и биологическую доступность ^{137}Cs и ^{60}Co в условиях модельного эксперимента / Н. В. Богуславская // Экологическая безопасность в АПК. Реферативный журнал. – 2008. – № 2. – С. 308.

5 Параметры накопления ^{137}Cs голубикой высокорослой (*Vaccinium corymbosym* L.) / А. В. Ермоленко [и др.] // Мелиорация. – 2018. – № 3. – С.67-72.

6 Влияние кислотности почвы на накоплении ^{137}Cs плодами голубики высокорослой (*Vaccinium corymbosym* L.) / А.В. Ермоленко [и др.] // Наука и инновации в XXI веке: актуальные вопросы, открытия и достижения : Сб. статей междунар. науч.-практ. конф. – 5 дек. 2018, г. Пенза; под ред. Г. Ю. Гуляева, в 3 ч. Ч.1. – Пенза : МЦНС «Наука и Просвещение»,– 2018. – С. 182–185.

УДК 712.4:725.51

ОСОБЕННОСТИ ОЗЕЛЕНЕНИЯ И НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ВБЛИЗИ УЧРЕЖДЕНИЙ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ В УСЛОВИЯХ МЕГАПОЛИСА

Довганюк Александр Иванович, *кандидат биологических наук, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева,* ***Россия****, г. Москва, alexadov@mail.ru*

Коротина Галина Александровна, *ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева,* ***Россия****, г. Москва, alexadov@mail.ru*

При анализе накопления тяжелых металлов в буферных зонах вылетных магистралей города Москвы в непосредственной близости от учреждений здравоохранения проанализировано содержание тяжелых металлов в почве, выявленное колебание содержания тяжелых металлов обусловлено сложившейся градостроительной ситуацией, непосредственно влияющей на распространение тяжелых металлов от источника – дорожного полотна.

Ключевые слова: озеленение, объекты здравоохранения, тяжелые металлы, градостроительная ситуация.

FEATURES OF GREENING THE TERRITORIES OF HEALTH CARE INSTITUTIONS IN THE CONDITIONS OF A MEGALOPOLIS

Dovganyuk A. I., Korotina G. A.

When analyzing the accumulation of heavy metals in the buffer zones of Moscow's exit highways in the immediate vicinity of health care facilities, the content of heavy metals in the soil was analyzed. the detected fluctuation in the content of heavy metals is due to the current urban development situation, which directly affects the distribution of heavy metals from the source-the roadbed.

Keywords: landscaping, healthcare facilities, heavy metals, urban planning situation.

К организации среды на территории учреждений здравоохранения всегда предъявлялись повышенные требования. Она должна обеспечивать не только гармоничную негомогенную и эстетически привлекательную среду [2, 6], но и обеспечивать особые благоприятные микроклиматические условия для человека. Микроклиматические условия предполагают создание оптимальных шумового [4] и температурно-влажностного режимов. Для этого должно быть предусмотрено большое количество древесно-кустарниковых растений и цветочных композиций на территории, а также устройство многорядных живых изгородей по периметру объекта [3, 5].

Однако при подборе растений для этих условий необходимо принимать во внимание специфические условиях жестко урбанизированной среды мегаполиса. Территория города – одно из самых сложных для разработки проектов озеленения. Одной из серьезных проблем при озеленении в городе является состояние почвы, которую принято называть урбанозёмом. Почвы в городе не только теряют структуру из-за уменьшения количества органических веществ (систематическое и бездумное кошение газонов, уборка листвы и т. д.), они в большой

степени подвержены эрозионным процессам (серьезные проблемы с вертикальной организацией территорий и организацией поверхностного стока). Кроме того, эти почвы содержат значительное количество тяжелых металлов, и процесс их накопления постоянно продолжается. На процесс накопления тяжелых металлов в почве значительное влияние оказывает общая градостроительная ситуация вокруг объекта озеленения. И эту ситуацию необходимо учитывать при разработке проектов озеленения территорий.

Для мониторинга загрязнения почвы и растений тяжелыми металлами были подобраны территории медицинских учреждений, рядом с которыми активное дорожно-транспортное движение [1]. Первый объект располагается по адресу г. Москва, улица Стромынка, дом 7, корп. 1 – территория городской клинической больницы имени братьев Бахрушиных. Участок, на котором производились отборы, располагается в непосредственной близости к улице Стромынка. Проезжая часть имеет шесть полос и линию трамвайных путей. На территории расположены больничные корпуса, один из которых расположен прямо перпендикулярно выбранной линии мест отбора образцов.

Второй объект находится по адресу г. Москва, Ленинский проспект, дом 8, корп. 10 – территория городской клинической больницы № 1 имени Н. И. Пирогова. Участок двора располагается в непосредственной близости к дорожно-транспортному полотну Ленинского проспекта с десятью полосами движения.

Исследования проводили путём отбора образцов почвы и наземной биомассы на территории городских больниц со стороны проезжей части с последующим определением содержания тяжелых металлов и градиента их распределения.

Первая точка отбора расположена в 50 см от дорожного полотна. Вторая точка – на расстоянии пяти метров от первой точки в перпендикулярном направлении от проезжей части. Последующие точки располагались на расстоянии пяти метров друг от друга в аналогичном направлении. Почвенные образцы отобраны почвенным буром. Глубина отбора 0–20 см.

Лабораторные исследования образцов проведены в Испытательном центре почвенно-экологических исследований ФГБО ВО Российского государственного аграрного университета – Московской сельскохозяйственной академии имени К. А. Тимирязева. В ходе лабораторных исследований с образцами проведена пробоподготовка: сушка при 108 ^{o}C и деструкция почвы до частиц менее 0,25 мм. Определение тяжелых металлов выполнено по методике МВИ № 2420/692004 на рентгеновском спектрометре «Спектроскан МАКС GV».

По результатам проведённых исследований на объекте 1 были получены следующие данные (таблица 1).

Отмечено превышение предельно допустимых норм содержания хрома в максимально удаленной точке от источника загрязнения. В пункте № 5 – 20 м от дорожного полотна – содержится 100,4 ± 5,02 мг/кг при ПДК не более 90 мг/кг.

Таблица 1 – Валовое содержание тяжелых металлов в почве на территории ГКБ им. братьев Бахрушиных (улица Стромынка), мг/кг

ТМ	Точки и места отбора					Уровень ПДК, мг/кг
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	
	50 см от края проезжей части	5,5 м от края проезжей части	10,5 м от края проезжей части	15,5 м от края проезжей части	20,5 м от края проезжей части	
Cr	79,5 ± 3,98	91,0 ± 4,55	85,2 ± 4,26	78,1 ± 3,91	100,4 ± 5,02	< 90
MnO	687,2 ± 34,36	759,2 ± 37,96	555,8 ± 27,79	555,4 ± 27,77	534,1 ± 26,71	< 1500
Co	13,1 ± 0,66	5,8 ± 0,29	10,3 ± 0,52	11,0 ± 0,55	15,1 ± 0,76	< 20
Ni	62,1 ± 3,11	33,9 ± 1,69	50,0 ± 2,50	52,2 ± 2,61	55,2 ± 2,76	<80
Cu	60,3 ± 3,01	0,4 ± 0,02	14,7 ± 0,74	21,8 ± 1,09	37,6 ± 1,88	<130
Zn	555,4 ± 27,77	120,6 ± 6,03	104,0 ± 5,20	109,9 ± 5,50	479,6 ± 23,98	<220
Pb	165,3 ± 8,27	94,5 ± 4,73	98,8 ± 4,94	91,1 ± 4,56	113,4 ± 5,67	< 120

Содержание цинка непосредственно у дороги превышает допустимые концентрации более чем вполовину, составляя 555,4 ± 27,77 мг/кг при ПДК не более 220 мг/кг. Максимально удалённая проба почвы содержит цинка 479,6 ± 23,98 мг/кг.

У дорожного полотна наблюдается превышение содержания свинца – 165,3 ± 8,27 мг/кг при ПДК не более 120 мг/кг.

Большинство тяжелых металлов находится в пределах норм ПДК. Превышение норм для таких металлов, как кобальт, марганец, никель, и медь, не отмечено. Наибольшее накопление тяжелых металлов выявлено в первых точках отбора. Это обусловлено непосредственной близостью к дорожно-транспортному полотну. При отдалении от источника загрязнения наблюдается естественное снижение поллютантов. Однако в четвертой и пятой точках в образцах снова возрастает содержание исследуемых металлов. Это может быть обусловлено тем, что корпус больницы служит барьером на пути перемещения воздушных потоков с содержащимися в них загрязнителями.

Несколько иная ситуация наблюдается на другом объекте исследования (таблица 2).

В полученных данных отмечаются три лидирующих элемента, концентрация которых превышает ПДК во всех пробах. Этими элементами являются хром, цинк и свинец.

Таблица 2 – Валовое содержание тяжелых металлов в почве на территории ГКБ №1 имени Н. И. Пирогова (Ленинский проспект), мг/кг

ТМ	Точки и места отбора					Уровень ПДК, мг/кг
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	
	50 см от края проезжей части	5,5 м от края проезжей части	10,5 м от края проезжей части	15,5 м от края проезжей части	20,5 м от края проезжей части	
Cr	107,6 ± 5,38	84,2 ± 4,21	110,3 ± 5,52	125,2 ± 6,26	165,1 ± 8,26	< 90
MnO	795,2 ± 39,76	972,8 ± 48,64	1190,3 ± 59,51	925,4 ± 46,27	895,5 ± 44,77	< 1500
Co	11,9 ± 0,59	13,4 ± 0,67	9,9 ± 0,50	6,1 ± 0,30	11,0 ± 0,55	< 20
Ni	61,6 ± 3,08	57,2 ± 2,86	64,9 ± 3,25	58,1 ± 2,90	62,0 ± 3,10	<80
Cu	79,0 ± 3,95	64,6 ± 3,23	56,8 ± 2,84	62,3 ± 3,12	63,0 ± 3,15	<130
Zn	464,5 ± 23,22	309,4 ± 15,47	803,5 ± 40,17	604,1 ± 30,20	663,5 ± 33,18	<220
Pb	147,4 ± 7,37	232,0 ± 11,60	233,3 ± 11,67	243,6 ± 12,18	237,8 ± 11,89	< 120

Минимальное содержание хрома только во второй точке отбора на расстоянии 5 м от дороги – 84,2 ± 4,21 мг/кг. Непосредственно вблизи дороги концентрация хрома достигает 107,6 ± 5,38 мг/кг, что уже превышает ПДК почти на 20 мг/кг. Максимальное накопление зафиксировано на расстоянии 20 м от источника загрязнения – 165,1 ± 8,26 мг/кг.

Количество цинка и свинца в почве значительно превышают ПДК. Предельно допустимая концентрация цинка – 220 мг/кг. Минимальное значение 309,4 ± 15,47 мг/кг, что значительно превышает ПДК; максимальное значение 803,5 ± 40,17 мг/кг – в четыре раза больше допустимого значения.

Минимальное содержание свинца возле дороги 147,4 ± 7,37 мг/кг при ПДК 120 мг/кг. Максимальное значение в точке отбора № 4 – 243,6 ± 12,18 мг/кг, что в два раза превышает допустимую концентрацию.

Распределение концентраций тяжелых металлов происходит таким образом, что вблизи дороги происходит меньшее накопление в отличие от максимально удаленного места. Возможно, это связано с потоками воздушных масс и усилением их интенсивности между зданиями корпусов больницы, которые образуют своеобразный «коридор» на пути движения.

Таким образом, при разработке проектов озеленения территорий в городе, особенно учреждений здравоохранения, необходимо особо внимательно анализировать сложившуюся градостроительную ситуацию, выделяя "коридоры" и "барьеры" распространения загрязнений от автомобильных дорог. Как было показано выше, в этих местах происходит наиболее интенсивное накопление тяжелых металлов. Именно на этих местах необходимо организовывать специализированные посадки растений с выраженными фиторемедиационными свойствами с последующей их утилизацией (биомассы травянистых или листового опада древес-

но-кустарниковых растений) в конце вегетационного периода. В этих местах растения для формирования декоративных композиций или живых изгородей с защитной функцией должны быть устойчивы к избытку тяжелых металлов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коротина Г. А. Оценка степени загрязнения снегового покрова в условиях городской среды / Г. А. Коротина, А. И. Довганюк, О. Е. Ефимов // Вестник ландшафтной архитектуры. Вып. 17. – М. : МЭСХ, 2019. – С. 51–55.
2. Скабелкина О. А. Визуальная среда города и ее влияние на психофизическое состояние человека / О. А. Скабелкина, А. И. Довганюк // Вестник ландшафтной архитектуры. – М. : «Сам Полиграфист», 2015. – 130–132 с.
3. Скакова А. Г. Флористический состав дендрофлоры, рекомендованной к использованию для озеленения объектов здравоохранения в г. Москве / А. Г. Скакова, Е. С. Довганюк, А. В. Маничкина // Вестник ландшафтной архитектуры. Вып. 10 – М. : МЭСХ, 2017. – 79–82 с.
4. СНиП 23-03-2003 Защита от шума
5. Терехов И. А. Оценка типов садово-парковых насаждений в детских больничных комплексах (бронхолегочного профиля) Москвы / И. А. Терехов, А. И. Довганюк // Вестник ландшафтной архитектуры – М. : изд-во МЭСХ, 2016. – 70–75 с.
6. Ярыгина А. А. Современная проблематика организации пространства детских оздоровительных учреждений на примере Морозовской детской клинической больницы (г. Москва) / А. А. Ярыгина, Е. С. Сухова // Вестник ландшафтной архитектуры – М. : Редакция журнала МЭСХ, 2013. – 100–103 с.

УДК 634.11:546.47/.49:631.95:631.8

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ПРЕЦИЗИОННОГО ВНЕСЕНИЯ БИОУДОБРЕНИЙ НА УСВОЕНИЕ РАСТЕНИЯМИ ЯБЛОНИ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ

Коновалов Сергей Николаевич, *кандидат биологических наук, ФГБНУ «Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства»,* ***Россия****, г. Москва, vstisp.agrochem@yandex.ru*

Бобкова Вероника Вячеславовна, *научный сотрудник,ФГБНУ «Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства»,* ***Россия****, г. Москва, vstisp.agrochem@yandex.ru*

Ежегодное в течение 6 лет прецизионное внесение биоудобрений не оказывало существенного влияния на усвоение растениями яблони Cu, Pb, Cr из окультуренной дерново-подзолистой почвы. Локальное внесение биоудобрений снижало усвоение растениями яблони из окультуренной дерново-подзолистой почвы Zn, Cd и увеличивало усвоение Ni, Ag.

Ключевые слова: яблоня, прецизионное внесение удобрений, усвоение тяжёлых металлов, дерново-подзолистая почва.

EFFECT OF PRECISION APPLICATION OF BIOFERTILIZERS ON THE UPTAKE OF HEAVY METALS FROM SOD-PODZOLIC SOIL BY APPLE TREE

Konovalov S. N., Bobkova V. V.

The annual precision application of biofertilizers for 6 years did not significantly affect the uptake of Cu, Pb, Cr apple trees from cultivated sod-podzolic soil by plants. Local application of biofertilizers reduced the uptake by plants of an apple-tree from cultivated sod-podzolic soil of Zn, Cd and increased the uptake of Ni, Ag.

Keywords: apple tree, precision application of biofertilizers, the uptake of heavy metals, sod-podzolic soil.

Введение. Для плодовых культур с глубоко залегающими корневыми системами, произрастающими длительное время на одном и том же месте, особое значение имеют способы внесения удобрений. Эффективна технология локального внесения удобрений концентриро-

ванными очагами (лентами, горизонтальными или вертикальными экранами, скважинами и т. д.) на заданную глубину почвы в зону локализации активных всасывающих корней растений [3, 4, 6]. При прецизионном методе внесения удобрений требуется применять меньшее количество удобрений, так как удобряется ограниченный объём почвы и увеличивается коэффициент использования питательных веществ из вносимых удобрений за счёт повышенной концентрации всасывающих корней в удобренном объёме почвы. Это способствует улучшению экологической обстановки, снижению нагрузки на почву, энергоёмкости технологий возделывания [2].

Повышению урожайности может способствовать локальное внесение биоудобрений, по своему составу и свойствам соответствующих ризосфере и содержащих, помимо питательных элементов, аминокислоты, углеводы, регуляторы роста растений и другие биологически активные вещества [3]. Их применение активизирует жизнедеятельность ризосферной микрофлоры, способствует активизации всасывающих корней в ограниченных по объёму зонах почвы и тем самым стимулирует развитие, плодоношение и адаптивность растений. Многолетние садовые растения обладают достаточно высокими барьерными способностями к поступлению ТМ из почвы, степень проявления которых зависит от породы, сорта, особенностей морфологического строения, глубины залегания и поглотительной активности корней [1,7]. Актуальной задачей является исследование влияния прецизионных способов внесения удобрений на качество и безопасность выращиваемой плодовой продукции.

Материалы и методы исследования. В полевом опыте в 2012–2017 гг. изучали влияние прецизионного внесения в почву минеральных, органических удобрений и гранулированного органоминерального удобрения на усвоение ТМ растениями яблони из дерново-подзолистой почвы. Опыт был заложен в Ленинском районе Московской области в плодоносящем яблоневом саду на клоновых подвоях. Почва – дерново-подзолистая, высоко окультуренная, среднесуглинистая на покровных суглинках с очень высоким содержанием подвижного фосфора. Год посадки сада 2001 г. Схема посадки сада – 4,5 × 1,5 м, подвой 62–396, сорт яблони Спартан. Минеральные удобрения, бактериальный препарат Экстрасол и биологически активные добавки (аминокислоты, сахарозу) вносили в составе торфяных гранул, в которых моделировалась среда, приближенная к условиям ризосферы. Внесение удобрений: локальное в щели глубиной 40 см в две строки подпочвенное внесение с помощью вибрационного глубокорыхлителя VR 500 (Словения). Удобрения вносятся машиной в щель потоком воздуха и прикрепляются к вертикальным стенкам почвы в зоне подрезки и формирования молодых всасывающих корней яблони. Размер опытных делянок 3,0 × 1,5=4,5 м^2. Расположение делянок по вариантам рендомизированное. Повторность четырёхкратная, в каждой повторности (делянке) по 2 учётных дерева. Исследования проводили в соответствии с «Программой и методикой…, 1999» [5].

Схема опыта:

вариант 1 – контроль, фон – $N_1P_1K_1$ вразброс, 0,35 т/га азофоски;

вариант 2 – фон +$N_1P_1K_1$ локально в щель, 0,35 т/га азофоски;

вариант 3 – Фон +($N_1P_1K_1$+торф + сахароза) в щель, 1,8 т/га;

вариант 4 – Фон + ($N_1P_1K_1$ + торф + аминокислоты + сахароза + Экстрасол) в щель, 1,8 т/га;

вариант 5 – Фон + (торф + Экстрасол +сахароза) в щель, 1,8 т/га;

вариант 6 – Фон + ($N_1P_1K_1$+ торф + Экстрасол + сахароза) в щель, 1,8 т/га;

вариант 7 – Фон + органика (поверхностно, 25 т/га);

вариант 8 – Фон + органика (в щель, 18 т/га).

Содержание подвижных Cu, Zn, Pb, Cd, Ni, Cr, Ag в почве (корнеобитаемые слои почвы глубиной 0–20, 21–40 см) определяли атомно-абсорбционным методом в 1М HNO_3 вытяжке согласно РД 52.18.191-89. Минерализацию растительных проб проводили методом сухого озоления по ГОСТ 26657-85. Содержание тяжёлых металлов (ТМ) в плодах определяли атомно-абсорбционным методом. С целью количественной оценки степени аккумуляции растениями ТМ из почвы рассчитывали показатель коэффициента усвоения (КУ) плодами: КУ=А/Б•100%, где А – содержание ТМ в плодах (мг/кг сухой массы); Б – содержание подвижного ТМ в почве (мг/кг). Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием программы Microsoft Excel 2007.

Результаты и обсуждение. Содержание в корнеобитаемых горизонтах почвы под садом изученных тяжёлых металлов не превышало ОДК. Содержание в почве Ni, Cr, Ag также было низким. В верхнем 0–20 см слое почвы содержание Cu, Pb, Ag было более высоким, чем на глубине 21–40 см. По вариантам опыта закономерных различий в содержании ТМ в почве отмечено не было. Содержание тяжёлых металлов в плодах по вариантам опыта не превышало ПДК (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние прецизионного внесения удобрений на содержание тяжёлых металлов в плодах, среднее за 2012–2017 гг., мг/кг сухой массы плодов

Вариант	Cu	Zn	Pb	Cd	Ni	Cr	Ag
Контроль, фон – $N_1P_1K_1$	0,30	1,3	0,14	0,005	0,58	0,15	0,02
Фон +$N_1P_1K_1$ локально в щель	0,28	0,8	0,14	0,005	0,76	0,07	0,02
Фон +($N_1P_1K_1$+торф + сахароза)в щель	0,20	0,9	0,16	0,002	0,53	0,08	0,02
Фон + ($N_1P_1K_1$+ торф + аминокислоты + сахароза+ Экстрасол) в щель	0,27	0,9	0,13	0,005	0,70	0,07	0,02
Фон + (торф + Экстрасол +сахароза) в щель	0,30	0,6	0,12	0,003	0,95	0,12	0,02
Фон + ($N_1P_1K_1$+ торф + Экстрасол + сахароза) в щель	0,23	0,7	0,12	0,003	0,63	0,15	0,02
Фон + органика (поверхностно, 25 т/га)	0,26	0,6	0,15	0,005	0,58	0,14	0,01
Фон + органика (в щель, 18 т/га)	0,24	0,4	0,12	0,004	0,69	0,08	0,01
$НСР_{05}$	0,12	0,2	0,3	$F_ф < F_т$	0,12	$F_ф < F_т$	
ПДК	5,0	10,0	10,0	0,03	-	-	-

В вариантах опыта с локальным внесением удобрений отмечалась тенденция к снижению содержания Zn в плодах по сравнению с контролем. Внесение органики как вразброс, так и локально в щель ещё более снижало содержание в плодах цинка, а также серебра.

Рассчитанные коэффициенты усвоения (КУ) свидетельствуют о том, что локальное внесение биоудобрений не приводило к закономерному изменению усвоения Cu, Zn, Pb, Cr, растениями яблони из почвы (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние способов внесения удобрений на коэффициент усвоения (КУ) тяжёлых металлов из почвы растениями яблони, среднее за 2012–2017 гг., %

Варианты	Глубина, см	Cu	Zn	Pb	Cd	Ni	Cr	Ag
Контроль, фон – $N_1P_1K_1$	0–20	2,2	9,0	1,1	5,0	5,0	2,8	3,7
	21–40	2,5	11,8	3,0	5,0	6,0	2,7	5,7
Фон +$N_1P_1K_1$ локально в щель	0–20	1,5	4,7	1,3	5,0	9,0	1,3	5,4
	21–40	2,3	5,2	2,1	0,0	10,3	1,4	15,4
Фон +($N_1P_1K_1$+торф + сахароза)в щель	0–20	1,2	5,3	1,2	0,0	6,0	1,6	6,3
	21–40	1,5	5,0	4,4	2,0	6,8	1,6	6,5
Фон + ($N_1P_1K_1$+ торф + аминокислоты + сахароза+ Экстрасол) в щель	0–20	1,5	5,0	0,8	0,0	9,3	1,3	10,0
	21–40	2,3	8,5	3,3	0,0	7,6	1,3	4,9
Фон + (торф + Экстрасол +сахароза) в щель	0–20	1,9	5,5	1,1	6,0	13,8	2,3	8,0
	21–40	3,0	5,7	3,2	0,0	17,3	2,3	22,2
Фон + ($N_1P_1K_1$+ торф + Экстрасол + сахароза) в щель	0–20	1,3	4,1	1,0	3,8	7,4	2,7	4,8
	21–40	2,3	4,1	3,3	0,0	11,5	2,9	14,3
Фон + органика (поверхностно, 25 т/га)	0–20	1,7	3,5	1,3	5,0	7,0	2,7	3,1
	21–40	2,6	3,8	4,2	0,0	8,1	2,5	3,4
Фон + органика (в щель, 18 т/га)	0–20	1,8	2,4	0,9	4,0	7,9	1,5	2,9
	21–40	2,0	2,4	2,6	0,0	8.2	1,5	3,3
$НСР_{05}$		$F_ф<F_т$	$F_ф<F_т$	$F_ф<F_т$	$F_ф<F_т$	$F_ф<F_т$	$F_ф<F_т$	$F_ф<F_т$
ОДК		66	110	65	1,0	40	-	-

При локальном внесении биоудобрений отмечалась тенденция уменьшения коэффициента усвоения из почвы Cd и возрастания усвоения Ni, Ag.

Выводы.

1. Ежегодное в течение 6 лет прецизионное внесение биоудобрений не оказывало существенного влияния на усвоение растениями яблони Cu, Pb, Cr из окультуренной дерново-подзолистой почвы.

2. Локальное внесение биоудобрений снижало усвоение растениями яблони из окультуренной дерново-подзолистой почвы Cd, Zn, но увеличивало усвоение Ni и Ag.

3. Внесение органики как вразброс, так и локально в щель снижало содержание в плодах Zn, а также Ag.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бобкова В. В. Особенности пространственного распределения содержания тяжёлых металлов при загрязнении почвы сада яблони в системе мегаполиса / В. В. Бобкова // Деградация почв и продовольственная безопасность России: Материалы межд. науч. конф. XVIII Докучаевские молодёжные чтения // Под ред. Б. Ф. Апарина. – СПб. : СПбГУ,2015. – С. 147–149.
2. Коновалов С. Н. Проблемы экологической безопасности технологий промышленного садоводства / С. Н. Коновалов, В. В. Бобкова // Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия культурных растений: Материалы межд. науч.-метод. конф. – Махачкала : Республика Дагестан, ДагНИИСХ, 2014. – Т. 1. – С. 66–99.
3. Куликов И. М. Эффективность технологий прецизионной агрохимии в садоводстве / И. М. Куликов, С. Коновалов, В. В. Бобкова, В. И. Петрова, Л. В. Помякшева // Плодородие. – 2016. – № 5 (92). – С. 13–15.
4. Мажайский Ю. А. Опыт применения разных систем удобрения на загрязнённых дерново-подзолистых почвах / Ю. А. Мажайский, В. Ф. Евтюхин [и др.] / Актуальные проблемы агрономии и пути их решения. – БГСХА. 2005. – Вып. 1. – Ч. 1. – С. 226–229.
5. Седов Е. Н. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Е. Н. Седов, Т. Н. Огольцова. – Орёл. – ВНИИСПК, 1999. – С. 608.
6. Трапезников В. К. Локальное питание растений / В. К. Трапезников, И. И. Иванов, Н. Г. Тальвинская. – Уфа : Гилем, 1999. –258 с.
7. Businelli D. Factors Involved in Uptake of Lead by Some Edible Crops Grown in Agricultural Soils of Central Italy / D. Businelli, A. Onofri, L. Massaccesi // Soil Science. – 2011. – V. 176. – P. 472–478.

УДК 631.95

ИЗУЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В АГРОЛАНДШАФТАХ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ВЛИЯНИЯ

Олейник Наталья Владимировна, *кандидат технических наук, ННЦ «Институт почвоведения и агрохимии имени А. Н. Соколовского»,* ***Украина****, г. Харьков, OleinikN@i.ua*

В статье изложены результаты исследований вредного воздействия породных отвалов на экологическое состояние почв и сельскохозяйственную продукцию по содержанию тяжелых металлов. Определены коэффициент биологического поглощения (КБП) и коэффициент накопления (Кн) тяжелых металлов растениями (зерном).

Ключевые слова: загрязнение почв, тяжелые металлы, агроландшафт, сельскохозяйственные культуры, безопасность продукции, породные отвалы.

STUDYING OF ECOLOGICAL SITUATION IN THE AGROLANDSCAPES IN THE CONTEXT OF TECHNOGENIC INFLUENCE

Oliinyk N. V.

An article presents results of investigations of negative influence of waste dumps on the ecological condition of the soil and agricultural products over the content of heavy metals. Redistribution of biological absorption factor (BAF) and factor accumulation (FA) were determined of heavy metals by plants (grain).

Keywords: soil pollution, heavy metals, agrolandscape, agricultural crops, safety products, waste dumps.

Актуальной проблемой в промышленно-развитых регионах является система контроля экологической устойчивости агроландшафтов к загрязнению, в том числе и тяжёлыми металлами. Загрязнения наиболее часто вызваны выпадением перенесенных воздушными потоками твердых частиц, которые содержат металлы. В атмосферу они попадают как из

выбросов промышленных предприятий, так и с выхлопными газами, а также в результате выветривания с поверхности отвалов частиц породы и др.

Исследование влияния атмотехногенеза на основные ландшафтные компоненты показало, что картина почвенных концентраций тяжёлых металлов во многом совпадает с таковой их атмосферных выпадений. Кроме того, тяжёлые металлы являются индикаторами антропогенного воздействия, и выделение техногенных геохимических аномалий в различных природных средах часто основывается на изучении концентрации в них тяжёлых металлов. Техногенез приводит к аккумуляции в почвах не только валовых, но и подвижных (сорбированных) форм тяжёлых металлов [1].

Экспериментально подтверждено предположение о том, что растения обладают селективной способностью к накоплению химических элементов. Установлено, что чем больше микроэлементов с широким интервалом концентраций сочетаются в одном растении, тем больше экологическая амплитуда произрастания данного растения и, как следствие, выше его адаптационные способности в условиях техногенного загрязнения [2].

Поскольку токсичные уровни тяжёлых металлов для разных видов растений существенно различаются, а в практике сельскохозяйственного производства все растения возделываются в севооборотах, то возникает необходимость определения токсичного уровня содержания тяжёлых металлов в почве и растении на конкретном поле с учетом наиболее чувствительной культуры. Система мониторинга позволит создать базу аналитических данных с объективной информацией о динамике поступления загрязнителей в агроландшафты и их влиянии на качество сельскохозяйственной растительной продукции, а также поспособствует разработке севооборотов с наиболее толерантными к загрязнению культурами.

Сотрудниками отдела охраны и рационального использования земель были проведены полевые и аналитические исследования, связанные с определением содержания Cd, Pb, Zn, Cu, Ni, Co, Cr, Mn в почвах и сельскохозяйственной продукции в агроландшафтах, которые находятся в зонах влияния угледобывающих предприятий и подвергаются техногенному загрязнению соединениями тяжёлых металлов.

Исследования проведены в агроландшафтах Краснодонского района Луганской области, сельскохозяйственные поля расположены рядом с породным отвалом шахты «Суходольская-Восточная». Объектами исследований являются растения на поле № 1 – яровой ячмень с подсевом люцерны, поле № 2 – озимая рожь и эспарцет, и почвы с глубины 0–15 и 15–30 см.

Сравнение содержания химических элементов в почвах агроландшафтов с их фоновым содержанием в почве подтверждает превышение по Cd в 1,5 раза, по Zn – 1,1, по Cu – 1,1 раза только в образцах почв поля № 2; по Pb – 1,3–1,9 раза, по Co – 1,8–2,3 раза в образцах почв полей № 1 и 2. Содержание валовых форм тяжёлых металлов в образцах почв поля № 1 и 2 относительно ПДК характеризует благополучную экологическую ситуацию в агроландшафте.

Сравнение содержания подвижных форм тяжёлых металлов с ПДК показали, что только концентрация Pb в почвах поля № 2 приближается к ПДК (превышение в 1,04 раза), а содержание остальных химических элементов значительно ниже ПДК, что и определяет удовлетворительную и благоприятную экологическую ситуацию в агроландшафтах.

По результатам анализа экологической безопасности зерновой и кормовой продукции на исследуемых сельскохозяйственных полях определено превышение ПДК в зерне ярового ячменя и озимой ржи по Cd в 3,3–3,7 раза, по Pb – 1,5–2,2, по Cr – 1,2–1,4 раза (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание тяжёлых металлов в зерновой и кормовой продукции сельскохозяйственных культур полей, прилегающих к породному отвалу

Культура	Содержание тяжёлых металлов в продукции, мг/кг							
	Cd	Pb	Cu	Zn	Ni	Co	Cr	Mn
Яровой ячмень	0,11	0,44	4,4	19,4	0,38	0,50	0,24	8,42
Озимая рожь	0,10	0,66	4,3	22,67	0,39	0,33	0,28	9,73
ПДК	0,03	0,3	10,0	50,0	0,5	1,0	0,2	44
Эспарцет	0,15	3,25	2,8	10,4	1,4	1,24	0,54	54,18
Люцерна	0,48	31,0	8,65	45,67	5,29	3,05	1,0	31,52
МДУ*	0,3	5,0	30,0	50,0	3,0	1,0	0,5	–
* – Максимально допустимый уровень содержания химических элементов в кормах для сельскохозяйственных животных, мг/кг								

Превышение МДУ содержания химических элементов в растениях люцерны наблюдается по Cd в 1,6 раза, по Pb – 6,1, по Ni – 1,3, по Co – 3,1, по Cr – 2 раза, в растениях эспарцета – по Co в 1,2 раза, по Cr – 1,1 раза. Оценка превышения содержания тяжёлых металлов в растительной продукции по нормативам экологического состояния земель определяет для полей с яровым ячменем и подсевом люцерны, а также озимой рожью – катастрофическую ситуацию, для поля с эспарцетом – кризисную экологическую ситуацию.

Рассчитаны показатели степени накопления химических элементов в зерновой и кормовой продукции, которые представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Коэффициенты биологического поглощения (КБП) и накопления (Кн) тяжёлых металлов в растениях (зерне) в зоне влияния породного отвала

Культура	Коэффициент биологического накопления, ед.							
	Cd	Pb	Cu	Zn	Ni	Co	Cr	Mn
Яровой ячмень	0,24	0,04	0,30	0,48	0,01	0,03	0,01	0,03
Озимая рожь	0,14	0,04	0,20	0,41	0,01	0,02	0,01	0,02
Эспарцет	0,21	0,17	0,13	0,2	0,04	0,07	0,03	0,12
Люцерна	1,07	2,47	0,6	1,14	0,17	0,21	0,06	0,09
	Коэффициент накопления, ед.							
Яровой ячмень	0,92	0,28	55	47,32	0,33	0,91	2,4	0,35
Озимая рожь	1,0	0,32	35,83	36,56	0,32	0,46	2,0	0,50
Эспарцет	1,5	1,56	23,33	16,77	1,16	1,72	3,86	2,80
Люцерна	4,0	19,62	108,1	111,4	4,64	5,55	10	1,33

Низкие коэффициенты биологического поглощения (таблица 2) характеризуют низкий захват валовых форм соединений тяжелых металлов растениями (зерном) сельскохозяйственных культур и высокие коэффициенты накопления соединений Zn и Cu в подвижных формах.

Установленная в результате исследований способность почв и растений к накоплению тяжелых металлов в агрофитоценозах имеет практическую значимость, поскольку позволяет спланировать оптимальное размещение сельскохозяйственных культур в севооборотах в зоне воздействия крупных промышленных предприятий. Кром того, в условиях техногенного загрязнения целесообразно введение в севообороты сельскохозяйственных культур высокобарьерных растений и технических культур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тобратов С. А. Оценка влияния выбросов крупных промышленных объектов на экологическое состояние агроландшафтов : На примере зоны воздействия Рязанской ГРЭС : автореф. дис. … канд. биол. наук / С. А. Тобратов. – Рязань, 2003. – 20 с.

2. Позняк С. С. Содержание некоторых тяжелых металлов в растительности полевых и луговых агрофитоценозов в условиях техногенного загрязнения почвенного покрова / С. С. Позняк // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2011. – № 1(13). – С. 123–137.

УДК 631.46

ВЛИЯНИЕ ОКСИДА МЕДИ В МАКРОДИСПЕРСНОЙ И НАНОДИСПЕРСНОЙ ФОРМАХ НА ФЕРМЕНТАТИВНУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ И МОРФОБИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЯЧМЕНЯ ЯРОВОГО

Федоренко Елена Сергеевна, *Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского,* ***Россия****, Ростов-на-Дону, elena.fedorenko.99@mail.ru*

Зинченко Владислав Владимирович, *Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского,* ***Россия****, Ростов-на-Дону*

Горовцов Андрей Владимирович, *кандидат биологических наук, Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского,* ***Россия****, Ростов-на-Дону*

Черникова Наталья Петровна, *Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского,* ***Россия****, Ростов-на-Дону*

Барахов Анатолий Вадимович, *Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского,* ***Россия****, Ростов-на-Дону*

Минкина Татьяна Михайловна, *профессор, доктор биологических наук, Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского,* ***Россия****, Ростов-на-Дону*

В модельном эксперименте было изучено влияние тяжелых металлов в макродисперсной и нанодисперсной формах на ферментативную активность почв, рост и развитие растений ярового ячменя (*Hordeum vulgare* L.) Было выявлено негативное воздействие Cu, особенно в наноформе, на корневую и надземную части растений, а также ферментативную активность почвы.

Ключевые слова: тяжелые металлы, ферментативная активность, уреазная активность, дегидрогеназная активность, яровой ячмень, морфобиометрические показатели.

INFLUENCE OF COPPER OXIDE IN A MACRO-DISPERSION FORM AND NANODISPERSION FORM ON THE ENZYMATIC ACTIVITY OF SOILS AND MORPHOBIOMETRIC INDICATORS OF SPRING BARLEY

Fedorenko E. S., Zinchenko V. V., Gorovtsov A. V., Chernikova N. P., Barakhov A. V., Minkina T. M.

In a model experiment, the effect of heavy metals in macrodispersed and nanodispersed forms was studied on the enzymatic activity of soils and on the growth and development of spring barley plants (Hordeum vulgare L.). The negative effects of Cu, especially in nanoform, were revealed, on the root and aerial parts of plants, as well as enzymatic activity.

Key words: heavy metals, enzymatic activity, urease activity, dehydrogenase activity, spring barley, morphobiometric indicators.

Важнейшими агроэкологическими характеристиками почв являются биологические показатели. Установлено, что загрязнение оксидами металлов в макродисперсной и наноформе приводит к ухудшению биологического состояния почвы. Поскольку между растениями и почвенной микрофлорой существует тесная связь, любое изменение в состоянии микробиоты может влиять на рост, развитие и продуктивность растений.

В связи с быстро возрастающим многообразным использованием меди, в том числе и наночастиц, возникает потребность в оценке их воздействия на окружающую среду [1]. При этом медь является важным микроэлементам, оказывающим влияние на рост и развитие сельскохозяйственных культур. Медь – элемент медьсодержащих белков, энзимов, участвует в фотосинтезе, регулирует транспорт белков, повышает интенсивность дыхания и фотосинтез [2]. Оксиды и наночастицы меди также используются в сельскохозяйственной промышленности, косметике, при напылении различных покрытий, пищевой и текстильной промышленности, красках, пластмассах и очистке сточных вод.

Возможное поступление наноразмерных частиц в окружающую среду может происходить при их производстве, транспортировке, переработке и утилизации [3], что увеличивает

шанс проникновения и накапления наночастиц в растениях и животных. Наночастицы CuO замедляют рост микроорганизмов и обладают противовирусными свойствами [4,5].

Цель работы – изучение влияния оксида меди в макродисперсной форме и наноформе на ферментативную активность чернозема обыкновенного карбонатного и морфобиометрические показатели растений.

Объекты и методы. Для закладки модельного эксперимента использовался верхний слой (0–20 см) чернозема обыкновенного мощного слабогумусированного тяжелосуглинистого на лессовидных суглинках, взятого в учхозе «Донское» ДонГАУ. В подготовленные сосуды вносили по 2 кг почвы, просеянной через сито с диаметром ячеек 2 мм. Почвенные образцы чернозема обыкновенного карбонатного насыщали водным раствором CuO в макродисперсной и нанодисперсной формах в дозе 300 мг/кг. Доза внесения металлов 300 мг/кг почвы соответствует уровню загрязнения почв Ростовской области [6]. После 4 мес инкубации посеяли яровой ячмень двурядный (*Hordeum sativum distichum*). По завершении вегетационного периода измеряли следующие морфобиометрические показатели по методике В. В. Церлинг [7]: высоту растений, длину стебля, длину корней. После этого был произведен отбор проб почвы. Активность уреазы определялась по скорости образования аммония модифицированным индофенольным методом [8]. Для определения активности дегидрогеназы измерялось количество образовавшегося трифенилформазана при восстановлении трифенилтетразолия хлористого [9].

Результаты исследований. Активность уреазы в почвах (рисунок 1) с оксидом меди в дозе 300 мг/кг меньше по сравнению с контролем на 44 %, а в почвах с наночастицами меди – на 79 %. Установлена большая токсичность наноформ металла по сравнению с макродисперсной формой. Активность уреазы в почвах с оксидом меди в 2,7 раза выше, чем в почвах с наночастицами меди.

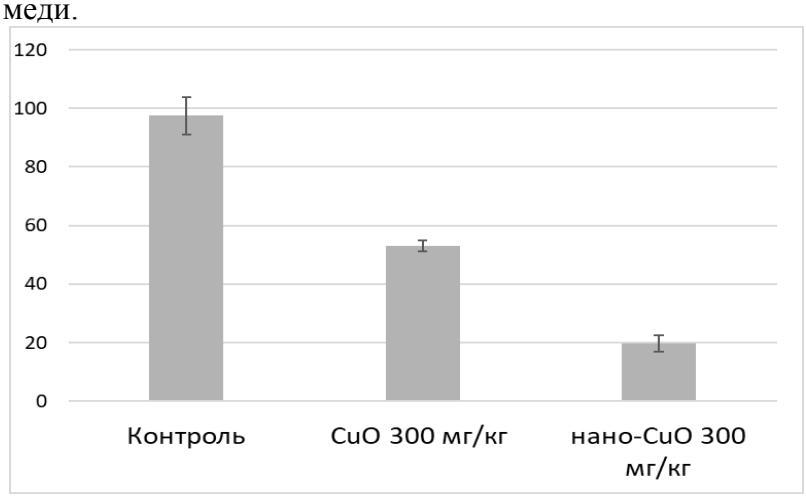


Рисунок 1 – Уреазная активность чернозема обыкновенного в условиях модельного опыта при искусственном загрязнении макро- и нанооксидом меди, N-NH3/г абс. сух. почвы/ч

При загрязнении 300 мг/кг Cu наблюдается достоверное снижение активности дегидрогеназы (рисунок 2). Так, на контроле активность фермента составила 19,5 мкг ТТФ/г абс. сух. почвы/час, и, согласно этому значению, показатель дегидрогеназы при дозе 300 мг/кг в макродисперсной форме снизился на 31 %, а в нанодисперсной форме – на 80 %.

Доза 300 мг/кг меди в макро- или нанодисперсной формах не повлияла достоверно на высоту растений, длину стеблей и листа. Возможно, это связано с барьерной функцией растений, которая замедляет поглощение элемента при его избытке. Однако воздействие при загрязнении CuO как в макро-, так и в наноформе заметно для корневой части растений ячменя (рисунок 3), так как, возможно, происходит аккумуляция ионов меди.

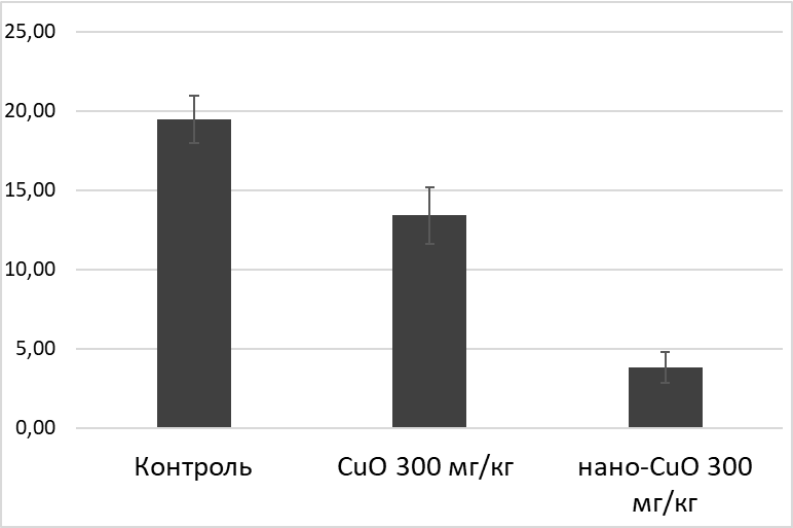


Рисунок 2 – Дегидрогеназная активность чернозема обыкновенного в условиях модельного опыта при искусственном загрязнении макро- и нанооксида CuO, мкг ТТФ/г абс. сух. почвы/час

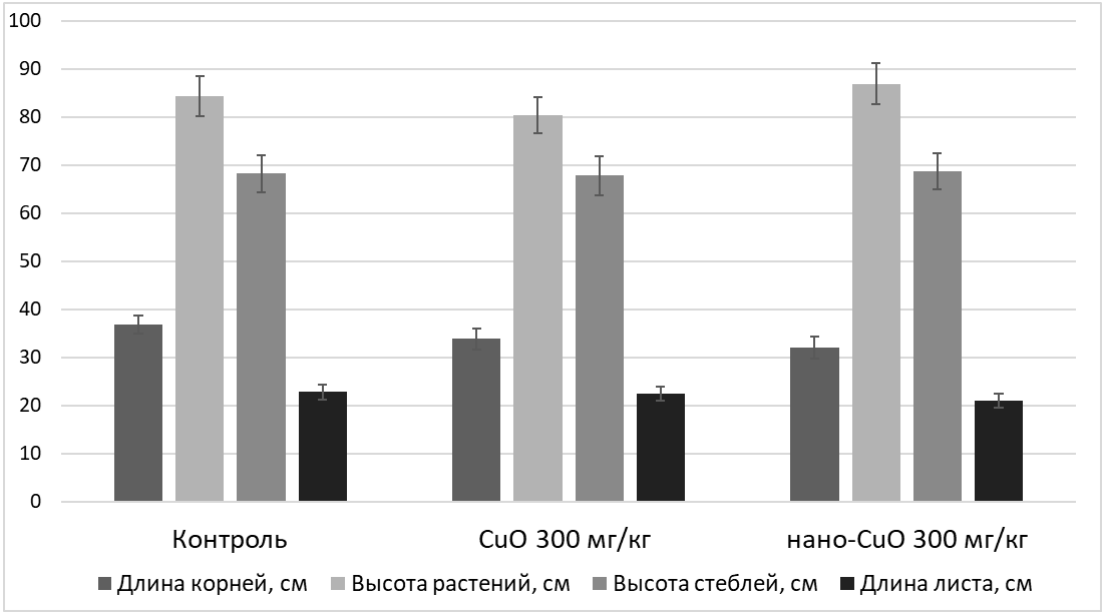


Рисунок 3 – Морфобиометрические показатели ярового ячменя двурядного (*Hordeum sativum distichum*) при искусственном загрязнении чернозема обыкновенного макро- и нанооксидом Cu, см

Негативный эффект установлен при внесении Cu в наноформе, что, возможно, связано с более высокой аккумуляцией металла в растениях ярового ячменя.

Таким образом, наночастицы CuO обладают более выраженным токсическим действием в отношении почвенной биоты по сравнению с эквивалентным количеством CuO. При этом ферментативная активность является наиболее чувствительным индикатором загрязнения почв макро- и наночастицами оксида меди и быстро реагирует на воздействие, тогда как морфобиометрические показатели ячменя ярового остаются относительно стабильными и практически не меняются.

Исследование выполнено при финансовой поддержке проектов РФФИ, № 19-05-50097; 19-34-90185 и Гранта Президента, МК-2973.2019.4

ЛИТЕРАТУРА

1. Богатиков О. В. Неорганические наночастицы в природе / О. В Богатиков // Вестник РАН. – 2003. – Т. 73. – № 5. – С. 426–428.

2. Булыгин С. Ю. Микроэлементы в сельском хозяйстве / Булыгин С. Ю. [и др.] // Дніпропетровськ : Січ, 2007. – С. 3.

3. Холоденко В. П. Возможности оценки интегральной токсичности наноматериалов в объектах окружающей среды методами биотестирования / В. П. Холоденко, В. А. Чугунов, Е. Г. Кобзев // Наноматериалы и нанотехнологии в живых системах : Материалы 1-й междунар. науч. школы. – М., 2009. – С. 368.

4. Borkow G.Putting copper into action: copper-impregnated products with potent biocidal activities / G. Borkow, J.Gabbay // The FASEB journal. – 2004. – Vol. 18 (14). – P. 1728–1730.

5. Gabbay J.Copper oxide impregnated textiles with potent biocidal activities / J. Gabbay, J. Mishal, E. Magen [et al.] // J. Ind. Textil. – 2006. – Vol. 35. – P. 323–335

6. Minkina T. M. Content and distribution of heavy metals in herbaceous plants under the effect of industrial aerosol emissions / T. M. Minkina., S. S. Mandzhieva, V. A. Chaplygin [et al.] // Journal of Geochemical Exploration. – 2017. – Vol. 50(6). – P. 746–755.

7. Церлинг В. В. Диагностика питания сельскохозяйственных культур : Справочник / В. В. Церлинг – М. : Агропромиздат, 1990. – 235 с.

8. Kandeler E. Short-term assay of soil urease activity using colorimetric determination of ammonium / E. Kandeler, H. Gerber //Biology and fertility of Soils. – 1988. – Т. 6. – №. 1. – С. 68–72.

9. Kızılkaya R. Microbiological characteristics of soils contaminated with heavy metals / R. Kızılkaya [et al.] //European Journal of Soil Biology. – 2004. – Т. 40. – №. 2. – С. 95–102.

УДК 504.7:556

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ВЫБРОСОВ НА ФИТОТОКСИЧНОСТЬ И НАКОПЛЕНИЕ СОЛЕЙ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ В УСЛОВИЯХ ГОРОДА ВОРОНЕЖА

Джувеликян Хачик Акопович, *доктор биологических наук, профессор, Воронежский государственный университет,* ***Россия,*** *394036, г. Воронеж, Университетская площадь д.1*

Ситникова Анастасия Сергеевна, *Воронежский государственный университет,* ***Россия,*** *394036, г. Воронеж, Университетская площадь д.1*

Цомая Валерий Датикович, *Воронежский государственный университет,* ***Россия,*** *394036, г. Воронеж, Университетская площадь, д. 1, pochva.vsu.36@mail.ru*

Дана оценка фитотоксичности и накопления валовых форм солей тяжелых металлов в городских почвах.

Ключевые слова: город, дороги, автотранспорт, фитотоксичность почвы, загрязнение.

INFLUENCE OF TECHNOGENIC EMISSIONS ON PHYTOTOXICITY AND ACCUMULATION OF SALTS OF HEAVY METALS IN SOILS IN THE CONDITIONS OF THE CITY OF VORONEZH

Juvelikyan Kh. A., Sitnikova A. S., Tsomaia V. D.

The phytotoxicity and accumulation of gross forms of metal salts in urban soils are estimated.

Keywords: town, roads, motor transport, phytotoxicity, soils, pollution.

***Введение*:** Данные Госстатистики и анализ литературных и собственных исследований [1] свидетельствуют, что в России выбросы вредных веществ в воздушный бассейн от 24 тыс. стационарных источников в 1989 г. превышали 60 млн т/год, а от транспортного комплекса – 36 млн т/год. На 1.01.2019 эти показатели снизились соответственно по стационарам до 17 млн т/год, а транспортному комплексу – до 14 млн т/год. В чем причина? Причиной снижения промышленных выбросов заключается не в модернизации производства и установке очистных сооружений, а частичная или полная остановка тысяч предприятий.

Аналогичная картина свойственна и для города Воронежа. В 2017 г. В нашем городе выбросы вредных ингредиентов от стационарных источников составили 21 тыс. т из которых

было уловлено 48 %, вследствие чего в воздушный бассейн города попало 12 тыс. т вредных веществ. От выхлопных газов транспортного комплекса в воздух попало более 120 тыс. т. вредных веществ в год. Проблема с выхлопными газами от автотранспорта начала меняться в лучшую сторону с 2016 г., когда из 32 нефтеперерабатывающих заводов России половина начала выпускать неэтилированный бензин по евростандарту от Евро-1 до Евро-4, а с 2018 г. – Евро-5 и Евро-6. Согласно данным Госстатистики, с 1991 по 2019 г. общее количество транспортных средств в России (машины, трактора, мотоциклы, прицепы, автобусы) выросло с 26.4 до 55.7 млн единиц, а выбросы выхлопных газов соответственно с 13.1 до 14.7 млн т /год.

Основная причина снижения выбросов заключается в том, что почти 70 % легкового автотранспорта (а это около 40 млн единиц) – иномарки, а они все оснащены катализаторами дожигания вредных выбросов и соответствуют экологическим стандартам Евросоюза. Вторая и главная причина снижения выбросов при увеличении числа автомашин – это выпуск неэтилированного бензина по стандартам Евро 1–6. В связи с этим резко сократились выбросы по CO_2 в 1.4–1.8 раза, No_x в 1.1–2.3 раза, пыли (меньше 10 мкм) – в 1.4–2.3 раза и исключен выброс свинца. До выпуска бензина Евро в этилированном бензине содержалось от 0.17 до 0.37 г/л свинца. По различным расчетам [4] установлено, что только 15 % сгораемого топлива идет на движение, 85 % – на ветер, и каждый автомобиль в среднем выбрасывает в год до 800 кг оксидов углерода, до 50кг азота, углеводородов до 230 кг, пыли и твердых веществ до 10 кг. Число дорог с твердым покрытием увеличилось с 419 до 1100 тыс. км.

В 84 городах России загрязнение воздуха в 10 раз превышает ПДК. С точки зрения загрязнения воздуха 109 млн человек проживают в неблагоприятных условиях. Городские почвы, наряду с воздушным бассейном, играют большую роль как компонент биосферы. Городские почвы, как депонирующий компонент среды, отражают длительность и интенсивность поступления и накопления вредных ингредиентов, в том числе солей тяжелых металлов (ТМ). Изучение фитотоксичности почв обусловлено наличием загрязняющих веществ и токсинов, подавляющих рост и развитие высших растений.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования служили почвы основных дорог, парков, скверов. Вдоль основных дорог Воронеж – Москва, Воронеж – Ростов и Воронеж – Курск на удалении от дороги 10, 50 и 100 м. были отобраны послойно образцы почв [8]. Исследование и отбор почвенных образцов производился согласно общим требованиям (ГОСТ 17.4.3.01-83; СТ СЭВ 3847-82). Соли ТМ определяли методом РФА на волновом рентгеновском спектрометре S4 Pioner (Bruker, Германия) в центре коллективного пользования в ВГУ. Определение фитотоксичности осуществлялось в соответствии с ГОСТ РНСО 22030 – 2009 г. Уровень фитотоксичности оценивался по ингибированию определяемых показателей по сравнению таковыми у растений, выращиваемых на контрольной (незагрязненной) почве.

Уровень фитотоксичности почвы (ФЭ) определяли количеством проросших семян по отношению к контролю по формуле [2] $ФЭ = \frac{B_1 - B_2}{B_1} \times 100$, где

ФЭ – фитотоксический эффект;

B_1 – всхожесть семян редиса в контроле;

B_2 – всхожесть семян в опытном варианте.

Уровень фитотоксичности почв определялся по шкале:

B_1-B_2<10% – экологически чистая почва;

B_1-B_2=10-30% – слабая фитотоксичность;

B_1-B_2=30-50% – средняя фитотоксичность;

B_1-B_2>50% – высокая фитотоксичность.

Результаты исследования и их анализ. В условиях крупных городов (в Воронеже проживает более 1 млн человек, около 360 тыс автомашин, несколько десятков промышленных предприятий) происходит формирование особых искусственно созданных почв – урбаноземов. Согласно руководству по классификации и диагностики почв России за 2005 г. [3] и полевым определителям почв за 2008 г. [5], исследуемые почвы можно отнести к техногенно-поверхностным образованиям группы (ТПО) – урбаквазиземам, т. е. почвоподобным образованиям.

Исследуя городские почвы на содержание ТМ (всего 55 образцов), установили, что все они мало обеспечены гумусом и имеют слабощелочную и щелочную реакцию среды (таблица 1). Содержание валовых форм ТМ практически во всех образцах превышает фон, но не выше ПДК. Согласно полученным данным по фитотоксичности городских почв видно, что в образцах, отобранных на Московском проспекте, где высокая интенсивность транспортного потока, низкое содержание гумуса и щелочная среда, энергия прорастания семян в почве низкая (41–48 %) и высока фитотоксичность почв (46–59 %). Средняя энергия прорастания семян (53–60 %) и средняя фитотоксичность (37–47 %) обнаружены в почвах черноземного типа, где поток транспортных средств невысок. В образцах, где нейтральная реакция среды и среднее содержание гумуса высокое, энергия прорастания семян (58–72 %) и, как следствие, – слабая фитотоксичность.

Таблица 1 – Содержание валовых форм ТМ в почвах вдоль автодорог

N п/п	Наименование почвы	Расстояние от полотна дороги, м	Глубина взятия образца, см	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	As	Sr	Pb
1	Урбанозем перерытый	10	0–5	43	88	3	15	8	45	3	36	13
			5–10	31	57	19	10	7	27	3	18	11
			10–20	46	51	3	15	20	71	2	39	25
		50	0–5	78	73	7	24	16	51	6	78	19
			5–10	80	66	7	34	15	50	7	74	21
			10–20	57	48	4	18	9	31	4	39	14
		100	0–5	51	67	4	16	20	48	6	37	17
			5–10	35	51	2	10	18	26	1	18	10
			10–20	39	60	3	10	12	28	0	21	11
2	Пашня, чернозем	10	0–5	86	92	3	33	15	55	7	87	23
			5–10	85	71	9	42	13	52	7	89	23
			10–20	73	65	4	19	5	30	3	38	12
		50	0–5	82	75	9	31	16	52	7	78	20
			5–10	85	85	9	34	16	54	7	82	31
			10–20	88	86	8	32	15	53	8	80	21
		100	0–5	85	75	9	36	16	53	6	78	21
			5–10	86	83	10	31	16	48	6	75	21
			10–20	90	80	9	35	15	54	11	84	22
3	Парковая зона, урбанозем	10	0–5	47	70	2	17	30	123	3	138	72
			5–10	52	67	2	12	29	119	4	158	83
			10–20	55	53	2	8	20	100	3	130	70
		50	0–5	60	46	5	20	10	35	4	60	16
			5–10	57	49	5	20	11	42	2	46	19
			10–20	61	60	4	18	11	38	2	45	17
		100	0–5	58	58	4	17	13	43	2	40	30
			5–10	65	48	5	23	11	42	5	45	22
			10–20	63	49	6	22	7	36	5	48	17
	Фон			51	57	4	15	12	41	2	37	15
	ПДК			150	90	15	40	40	150	10	170	32

Анализируя полученные данные по городским почвам и сравнивая их с контрольными образцами из Хохольского района Воронежской области и фоном, можно утверждать, что исследуемые городские почвы имеют высокую фитотоксичность в сравнении с контролем и фоном, что согласуется с данными некоторых авторов [6, 7]. Суммируя вышеизложенное, можно заключить, что на городских почвах процент прорастания семян не превышает 70 %, а фитотоксичность не более 59 %, т. е. исследуемые почвы имеют высокую фитотоксичность. Энергия прорастания семян в почвах не зависела от расстояния до полотна дороги. В исследуемых почвах содержание ТМ превышает фон, но не выше ПДК.

ЛИТЕРАТУРА

1. Джувеликян Х. А. Экологическое состояние природных и антропогенных ландшафтов Центрального Черноземья : Дис. …. д. б. н. / Джувеликян Х. А. – Петрозаводск. – 348 с.

2. Звягинцев Д. Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии // Д. Г. Звягинцев. – М. : Издательство МГУ, 1991. – 304с.
3. Классификация и диагностика почв России. – Смоленск : Ойкумена, 2004. – 343 с.
4. Петросян В. С. Газовые шлейфы автотранспорта / В. С. Петросян // Природа. –2001. – № 12. – С. 11–16.
5. Полевой определитель почв России. – М. : Почвенный институт, 2008. – 150 с.
6. Стахурлова Л. Д. Биомониторинг черноземов в различных биоценозах / Л. Д. Стахурлова, И. Д. Свийовск // Доклады РАСХН. – 2011. – № 6. – С. 28–29.
7. Стахурлова Л. Д. Изменение основных показателей плодородия черноземов типичных под действием различных агротехнических приемов / Л. Д. Стахурлова, А. И. Громовик, Г. М. Дериглазова // Доклады РАСХН. – 2014. – № 3. – С. 31–34.
8. Хазимцев Ф. Х. Методы почвенной энзимологии / Ф. Х. Хазимцев. – М. : Наука, 2005.

УДК 541.49:632.95

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ БИОДЕГРАДАЦИИ ИМИНОДИЯНТАРНОЙ КИСЛОТЫ И БОРАТНОГО КОМПЛЕКСА НА ЕЁ ОСНОВЕ

Никольский Виктор Михайлович, *доктор химических наук, профессор, Тверской государственный университет, г. Тверь,* ***Россия***
Смирнова Татьяна Ивановна, *кандидат химических наук, Тверская государственная сельскохозяйственная академия, г. Тверь,* ***Россия***

В лабораторных условиях при t = 22 ± 1^0 С исследована возможность биодеградации иминодиянтарной кислоты (ИДЯК) и взятых для сравнения иминодиуксусной кислоты (ИДУК) и этилендиаминтетрауксусной кислоты (ЭДТУК), а также их боратных комплексов – В-ИДЯК, В-ИДУК и В-ЭДТУК соответственно, под действием биопрепарата «Ризоплан» при t = 22 ± 1^0 С в водной среде. Обнаружено, что биодеградации в течение 142 дн на 90 % и более подверглись ИДУК, В-ИДУК и В-ИДЯК. В меньшей мере (на 14 %) отмечена деградация ИДЯК.
Ключевые слова: иминодиянтарная кислота, иминодиуксусная кислота, этилендиаминтетрауксусная кислота, боратные комплексы, микроорганизмы.

RESEARCH OF THE POSSIBILITY OF BINODEGRADATION OF IMINODIC ACID AND BORATE COMPLEX ON ITS BASIS

Nikol'skiy V. M., Smirnova T. I.

In laboratory conditions, at t = 22 ± 1^{0}C, the possibility of biodegradation of iminoduccinic acid (IDS) and iminodiacetic acid (IDA) and ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA), as well as their borate complexes B-IDS, B-IDA and B-EDTA , respectively, under the action of the biological product "Rizoplan" at t = 22 ± 1^{0}C in an aqueous medium. It was found that biodegradation for 142 days by 90% or more was carried out by IDA, B-IDA and B-IDS. To a lesser extent (14%), IDS degradation was noted.
Keywords: iminoduccinic acid, iminodiacetic acid, ethylenediaminetetraacetic acid, borate complexes, microorganisms.

Биологическая активность, экологическая безопасность иминодиянтарной кислоты (ИДЯК) и её боратного комплекса (В-ИДЯК) представляют практический интерес, т. к. известно, что микроэлементы усваиваются растениями в форме комплексных соединений хелатного типа [2, 4], а В-ИДЯК может использоваться как борное микроудобрение [7]. Исследования показали, что ИДЯК из водной среды поглощается корневой системой растений [5] и, попадая в почву при внекорневой подкормке, увеличивает биомассу почвенной микрофлоры [7].

Материалы и реактивы. В опыте использованы реактивы: иминодиуксусная кислота (ИДУК), этилендиаминтетрауксусная кислота (ЭДТУК), иминодиянтарная кислота (ИДЯК), а также их боратные комплексы, 0,05 М раствор $Cu(NO_3)_2$, индикатор мурексид, ацетатный и карбонатный буферы. В качестве микроорганизмов использовали препарат «Ризоплан Ж»

(Россельхозцентр, Тверской филиал) – представитель почвенной микрофлоры бактерий *Pseudomonas fluorescens* (штамм АР-33).

Экспериментальная часть. В условиях лабораторного опыта исследована возможность биологической деструкции ИДЯК, ИДУК и ЭДТУК и их боратных комплексов под действием *P. fluorescens*.

В 6 мерных колб на 500 мл приливали по 40 мл препарата «Ризоплан Ж», в три из них добавляли по 50 мл ацетатного буферного раствора и в другие три – по 50 мл карбонатного буферного раствора. В три первые колбы вносили аликвоты водных растворов комплексонов, а в три следующие – их боратных комплексов. Объём жидкости в колбах доводили до метки дистиллированной водой и, перемешав содержимое, колбы закрывали ватными пробками и оставляли в тёмном месте. Затем из каждой колбы отбирали две аликвоты жидкости по 20 мл для анализа. Остаточное суммарное содержания лигандов и возможных продуктов их неполной деструкции, обладающих хелатирующей способностью, определяли титриметрическим методом с использованием 0,005 М раствора $Cu(NO_3)_2$ в качестве титранта с индикатором мурексидом. Содержание хелатирующих веществ рассчитывали по формуле: $C_i / C_0 \cdot 100\%$, где C_0 – концентрация определяемого компонента в исходном растворе; C_i –концентрация компонента в растворе при каждом последующем определении (ммоль/л).

Результаты и их обсуждение. В течение 142 дн бактериальными организмами P. fluorescens были деструктированы 3 из 6 взятых для опыта соединений (таблица 1).

Таблица 1 – Остаточное содержание хелатирующих веществ в водной среде, содержащей препарат «Ризоплан», % от исходной концентрации*

№ п/п	Комплексон или комплекс	Дата анализа						
		01.04.	16.04	04.05	03.06.	22.06	06.08	20.08
1	ИДУК	100	84	62	31	12	7	3
2	ЭДТУК	100	100	100	100	100	100	100
3	ИДЯК	100	98	96	95	94	89	86
4	В-ИДУК	100	69	46	18	6	2	2
5	В-ЭДТУК	100	100	100	100	100	100	100
6	В-ИДЯК	100	95	58	14	12	10	10
*Исходные концентрации: C_0(ИДУК) = 2,01 мМ; C_0(ЭТДУК) = 2.04 мМ; C_0(ИДЯК) =2,02 мМ; C_0(В-ИДУК) = 2,12 мМ; C_0 (В-ЭДТУК) = 2,05мМ; C_0(В-ИДЯК) = 2,06 мМ.								

Так же, как и при воздействии УФ–излучения [8], легче разрушаются комплексоны моноаминного типа: ИДУК и ИДЯК. При этом ИДУК, очевидно, по причине несложной структуры оказывается для бактерий данного вида субстратом более доступным в сравнении с ИДЯК. Наиболее полная деградация (на 98 %) отмечена для комплекса В-ИДУК. Комплекс В-ИДЯК за время опыта деградировал на 90 %, что можно объяснить присутствием в составе препарата пространственных изомеров [7], недоступных воздействию ферментов *P. fluorescens*, но, возможно, деструктируемых почвенными микроорганизмами иных видов. Данные анализов подтвердили также сведения о высокой стабильности молекул самого распространённого из комплексонов – ЭДТУК и хелатных комплексов на основе этого лиганда [1], не обнаруживших в представленном опыте признаков деградации.

В результате поставленного опыта можно сделать вывод о том, что ИДЯК и её боросодержащий комплекс В-ИДЯК могут подвергаться биологической утилизации под воздействием почвенных микроорганизмов – *P. fluorescens*.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дедюхина Э. Г. Биодеградация ЭДТА / Э. Г. Дедюхина, Т. И. Чистякова, И. К. Минкевич // Вестник биотехнологии и физико-химической биологии. – 2007. – Т. 3. – № 2. – С. 40–49.

2. Дятлова Н. М. Комплексоны и комплексонаты металлов / Н. М. Дятлова, В. Я. Тёмкина, К. И. Попов. – М. : Химия, 1988. – 544 с.

3. Монастырский О. А. Биопрепараты, типы, рынки в России и других странах / О. А. Монастырский // Агрохимия. – 2019. – № 11. – С. 86–91.

4. Островская Л. К. Комплексоны и комплексонаты металлов и их значение для питания растений металлами-микроэлементами // Физиология и биохимия культурных растений / Л. К. Островская. – 1986. – Т. 18. – No 6. – С. 591–602.

5. Светогоров Ю. Е. Влияние комплексонов, производных янтарной кислоты, на содержание фотосинтетических пигментов в проростках пшеницы / Ю. Е. Светогоров, Т. И. Смирнова, Я. М. Халяпина, И. А. Беляева // Физиология и биохимия культурных растений. – 2011. – Т. 43. – № 5. – С. 392–396.

6. Смирнова Т. И. Влияние комплексонов, производных янтарной кислоты, на почвенную микрофлору / Т. И. Смирнова, О. В. Шилова // Вестник ТвГУ. Серия: ХИМИЯ. – 2015. – № 3. – С. 40–45.

7. Loginova E. S. Biodegradable Chelating Agents. Effect of Optical Isomerism on the Physicochemical Characteristics / E. S. Loginova, V. M. Nikol'skii // Russian Journal of Physical Chemistry B. – 2017. – Vol. 11. – No. 4. – P. 708–713. – DOI: 10.1134/S1990793117040200.

8. Smirnova T. I. Degradation of complexes, derivatives of amber acid, under the action of UV radiation / T. I. Smirnova, S. D. Khizhnyak, V. M. Nikolskiy [et all.] // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2017. – Vol. 90. – No. 4. – P. 406–411. – DOI: 10.1134/S1070427217040024.

СЕКЦИЯ 8. ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ СИСТЕМ АГРОЛАНДШАФТА

УДК 631.82:631.461.1

ОСОБЕННОСТИ РАЗЛОЖЕНИЯ ПОБОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БИОПРЕПАРАТОВ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Брескина Галина Михайловна, *кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр»,* ***Россия,*** *г. Курск, breskina-galina@yandex.ru*

Панкова Татьяна Ивановна, *кандидат биологических наук, научный сотрудник, ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр»,* ***Россия,*** *г. Курск*

С каждым годом все больший интерес у аграриев вызывают микробиологические препараты, которые, по утверждению производителей, способны повлиять на рост и развитие растений, увеличить выход основной и побочной продукции, обеспечить интенсивность минерализации нетоварной части растениеводческой продукции. На рынке ассортимент таких препаратов отечественного и импортного производства значительно расширился, однако применение их проходит без научно-производственной апробации в длительных полевых опытах. Проведенные исследования на черноземных почвах Курской области выявили положительной влияние биологических препаратов на интенсивность разложения соломы ячменя и гречихи.

Ключевые слова: интенсивность разложения, солома гречихи, солома ячменя, биопрепараты, негумифицированное вещество, нетоварная часть растениеводческой продукции.

FEATURES OF DECOMPOSITION OF BY-PRODUCTS WHEN USING BIOLOGICAL PRODUCTS AND MINERAL FERTILIZER

Breskina G. M., Pankova T. I.

Every year, more and more interest among farmers is caused by microbiological preparations, which, according to manufacturers, can affect the growth and development of plants, increase the yield of main and by-products, increase the intensity of mineralization of non-commodity part of crop production. On the market, the range of such drugs of domestic and imported production has significantly expanded, but their use is carried out without scientific and production testing in long-term field experiments. Studies conducted on black earth soils of the Kursk region revealed a positive effect of biological preparations on the intensity of decomposition of barley straw and buckwheat.

Keywords: decomposition intensity, buckwheat straw, barley straw, biological products, non-humified substance, non-commodity part of crop production.

Деструкция негумифицированного органического вещества, имеет большое экологическое значение. В последних исследованиях отечественных ученых [5, 6], занимающихся утилизацией нетоварной растениеводческой продукции установлено, что в России ежегодно после уборки сельскохозяйственных культур остается более 120 млн т растительных остатков, однако по нашим расчетам эта цифра выше и составляет в отдельные годы 150–160 млн т побочной продукции. До 2015 г. сельхозпроизводители в двух направлениях использовали побочную продукцию растениеводства: сжигали или использовали на корм животным, лишь малая доля её запахивалась. В ноябре этого же года были приняты поправки в Правила противопожарного режима в Российской Федерации. Ст. 1. П. 218. – «Запрещается выжигание сухой травянистой растительности, стерни, пожнивных остатков на землях сельскохозяйственного назначения и землях запаса, разведение костров на полях...».

При этом если учесть, что солома злаковых, стебли подсолнечника, кукурузы разлагаются в среднем 3–5 лет в зависимости от гидротермических условий вегетационного периода [4], то ежегодное заделывание нетоварной части растениеводства приведет к образованию войлочной подушки. Скопившиеся болезнетворные споры и токсины отрицательно влияют на урожайность и качество сельскохозяйственной продукции [1, 7].

Одним из способов для ускорения разложения негумифицированного вещества является применение препаратов-деструкторов. Стоимость микробиологических препаратов значительно ниже по сравнению с минеральными удобрениями, которые необходимо вносить для ускорения процесса разложения растительных остатков [8], что объясняет их популярность в последнее время. Однако применение многих из них ведется без производственной проверки. Необходим поиск безопасных для почвенной микрофлоры биопрепаратов комплексного длительного действия с накопительным эффектом.

Целью наших исследований являлось научно обосновать и экспериментально подтвердить применение микробиологических препаратов (Грибофит и Имуназот) для ускорения разложения побочной продукции.

Исследования проводились в научно-производственном опыте общей площадью 1,5 га, который был заложен в 2017 г. в ФГБНУ «Курский ФАНЦ», расположенном в Курской области Медвенском районе п. Панино. Исследования велись в зернопаровом севообороте «озимая пшеница – ячмень – гречиха – чистый пар». Опыт заложен в соответствии с общепринятыми методиками [3] в трехкратной повторности. Схема опыта представлена в таблице 1. Технология возделывания изучаемых культур основывалась на общепринятой в регионе.

Таблица 1 – Схема опыта

№ варианта	Зернопаровой севооборот (ЗП)	
	Ячмень яровой (2018 г.)	Гречиха (2019 г.)
1	Контроль – растительные остатки озимой пшеницы (Фон)	Контроль – растительные остатки ярового ячменя (Фон)
2	Фон + $N_{40}P_{40}K_{40}$. ***После уборки ячменя*** внесение растительных остатков ячменя + N_{10} (агротехнология)	Фон + $N_{10}P_{26}K_{26}$ ***После уборки гречихи*** внесение растительных остатков гречихи + N_{10} (агротехнология)
3	Фон + обработка семян ячменя биопрепаратами (Грибофит 1 т/ 3 л + Имуназот 1 т/1,5 л) + обработка почвы биопрепаратами + обработка биопрепаратами посевов 2 раза в течение вегетационного периода (кущение и через 2 нед после первой обработки) препаратом Грибофит (5 л/га) + Имуназот (3 л/га). ***После уборки ячменя*** внесение растительных остатков ячменя обработанных биопрепаратами Грибофит (5 л/га) + Имуназот (3 л/га). Без фунгицидов и инсектицидов.	Фон + обработка семян гречихи биопрепаратами (Грибофит 1т/3 л + Имуназот 1т/1,5 л) + обработка почвы биопрепаратами + обработка биопрепаратами посевов 2 раза в течение вегетационного периода (1 – я пара настоящих листьев и через 2 нед после первой обработки) препаратом Грибофит (5 л/га) + Имуназот (3 л/га). ***После уборки гречихи*** внесение растительных остатков гречихи, обработанных биопрепаратами Грибофит (5 л/га) + Имуназот (3 л/га). Без фунгицидов и инсектицидов.

Минеральные удобрения вносили под предпосевную культивацию. Обработку почвы перед посевом и посевов производили опытным образцом навесного опрыскивателя к трактору МТЗ-82, разработанным в нашем институте. Побочную продукцию после обработки биопрепаратами заделывали на всех вариантах опыта дисковыми боронами на глубину до 10 см.

Почва опытного поля – чернозем типичный слабосмытый тяжелосуглинистый на лессовидном карбонатном суглинке. В пахотном слое почвы содержится гумуса 4,6–5,1 %. Реакцияреды нейтральная или близкая к нейтральной. Содержание обменного кальция изменялось в пределах от 22,0 до 24,1 мг-экв/100 г почвы. Плотность сложения почвы в слое 0–20 см составляет 1,05 г/см^3. Обеспеченность чернозема типичного подвижным фосфором составляет 9,5–12,6, а калием – 8,5–10,6 мг/кг почвы.

На экспериментальных участках из слоя 0–20 см отбирали почвенные образцы в трехкратной повторности для определения в них негумифицированного органического вещества. Использовали буровой метод с последующим отмыванием на ситах, в данных монолитах определяли полевую влажность весовым методом (Доспехов и др., 1987). Расчет запасов негумифицированного вещества осуществляли по методике, разработанной в нашем институте

[2]. Для обработки полученных данных применялись статистические методы анализа с использованием программных средств Microsoft Office, EXCEL.

В ходе проведенных исследований было установлено, что после уборки ячменя на контрольном варианте в почву поступило 2,2 т/га негумифицированного вещества (нетоварная часть ячменя: солома + корни) (рисунок).

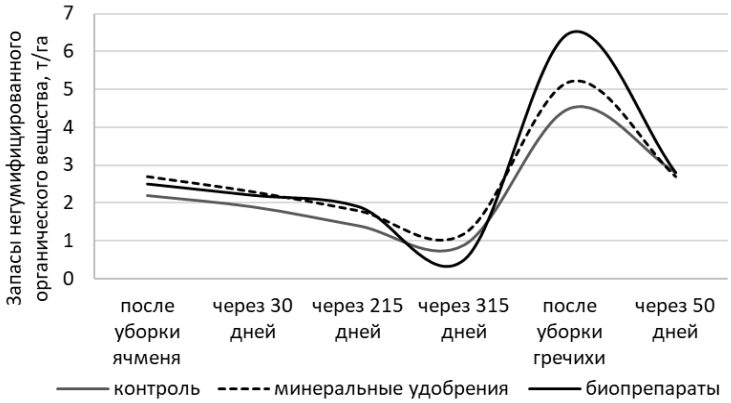


Рисунок – Динамика содержания негумифицированного органического вещества почвы (0–20 см) в зависимости от агротехнологий.

За 30-дневный срок экспозиции минерализовалось 0,3 т/га растительных остатков, за 215 дн – 0,8 т/га от исходного, за 315 дн – 1,3 т/га от исходного количества. Содержание негумифицированного вещества на контрольном варианте за 10 мес и 8 дн уменьшилось на 59 % от исходного количества. С сентября 2018 г. по апрель 2019 г. запасы негумифицированного органического вещества сократились с 2,7 до 1,8 т/га, что составило 22 %, а к июлю от первоначального количества растительных остатков осталось всего 44,4 %. Биопрепараты (Грибофит (5 л/га) + Имуназот (3 л/га) уменьшили запасы негумифицированного органического с сентября 2018 г. к июлю 2019 г. на 2 т, или на 80 %, от исходного количества.

В зернопаровом севообороте в 2019 г. возделывалась гречиха. После уборки данной культуры все растительные остатки, согласно схеме опыта, заделывались в почву. Так, на контрольном варианте содержание негумифицированного вещества составило 2,8, на варианте с удобрениями – 5,2, а на варианте с биопрепаратами – 6,5 т/га. После 50-дневного срока экспозиции на всех вариантах опыта содержание негумифицированного вещества почвы составляло 2,8 т/га. Это свидетельствует о разной скорости деструкции растительных остатков. Так, на контрольном варианте минерализовалось 37,8 % негумифицированного вещества, 48 % при внесении минеральных удобрений и 57 % при использовании Грибофита и Имуназота.

Применение микробиологических препаратов для разложения нетоварной части растениеводческой продукции соломы ячменя и гречихи, а также корней, усиливает их минерализацию, при этом по сравнению с контролем разница в интенсивности разложения составляет в среднем 20–30 % в зависимости от качества растительных остатков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бирюков Е. В. Возможность применения биопрепарата Триходермин в качестве микробиологического удобрения в условиях Тамбовской области / Е. В. Бирюков // Вопросы современной науки и практики. – 2008. – № 1 (11). – Т. 1. – С. 84–92.

2. Володин В. М. Методика определения и оценки энергопотенциала органического вещества почвы в агроландшафтах / В. М. Володин, Н. П. Масютенко, В. В. Шеховцова, С. Я. Гатилова, А. И. Шеховцов. – Курск : изд-во Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии. – 2000. – 29 с.

3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд. доп. и перераб. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.

4. Коржов С. И. Разложение негумифицированного органического вещества почвенными грибами / С. И. Коржов, Т. А. Трофимова, А. В. Паринова // Методические проблемы преподавания дисциплин в направлении профессионального обучения. – Липецк, 2004. – С. 103–107.

5. Русакова И. В. Биопрепараты – деструкторы послеуборочных растительных остатков / И. В. Русакова. – Рига : Изд-воLAPLAMBERT, 2018. – 101 с.

6. Русакова И. В. Биопрепараты для разложения растительных остатков в агроэкосистемах / И. В. Русакова // Juvenisscientia. – 2018. – № 9. – С. 4–9.

7. Сидоренко О. Д. Условия возникновения токсичности почвы при внесении соломы и затоплении / О. Д. Сидоренко // Известия ТСХА. – 1977. – Вып. 1. – С. 117–123.

8. Технология эффективного использования растительных остатков как органических удобрений на черноземах Лесостепи ЦЧЗ. – Курск, 2005. – 20 с.

УДК 63.631.6.02

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУШНЫХ СИСТЕМ АГРОЛАНДШАФТА

Теучеж Аминет Аслановна, *кандидат биологических наук, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»,* ***Россия****, 350044, Краснодар, ул. Калинина, 13, bioeco@inbox.ru*

В статье рассматривается состояние воздушного бассейна агроландшафтов Краснодарского края. Агроландшафты загрязняют атмосферу продуктами горения различных отходов (солома, стерня), а также выработанными газами, многочисленной техникой, обслуживающей различные секторы сельскохозяйственной отрасли. В дымообразующих частицах имеются молекулы несгоревшего топлива, представленные углеводородами: угарный газ (CO), углекислый газ (CO^2). Горение органического вещества протекает в воздухе, содержащем 78 % азота и 22 % кислорода, что способствует образованию оксидов азота, включая монооксид, образующийся при высокой температуре горения, диоксид или тетраоксид, образующиеся в результате реакции монооксидов с кислородом воздуха. Загрязнение атмосферы идет по разным каналам и многими газообразными, твердыми и жидкими веществами. В атмосферу выбрасываются соединения тяжелых металлов, диоксидов и другие вещества. Загрязнение окружающей природной среды (ОПС) выбросами транспорта и мобильной сельскохозяйственной техники в агроландшафтах происходит в результате работы машинно-тракторных агрегатов в полевых условиях, а также под влиянием автомагистралей, проходящих по территории землепользования сельскохозяйственных предприятий. Ежегодно только тракторами и самоходными машинами в РФ выбрасывается в атмосферу около 1,5 млн т различных загрязняющих веществ, что в 5 раз превышает выбросы ТЭЦ и в 3 раза выбросы промышленных предприятий. Количество вредных веществ, поступающих в окружающую среду с выбросами транспорта и мобильной сельскохозяйственной техники, зависит от многих факторов: типа двигателя, типа и качества топлива, режима движения автомобиля, его конструкции, состояния дорог, технического состояния транспортных средств.

Ключевые слова: атмосферный воздух, источники загрязнения, летучие органические соединения, тяжелые металлы, окись азота, агроландшафты

AIR POLLUTION IN THE AGRICULTURAL LANDSCAPE SYSTEMS

Teuchezh A. A.

The article considers the state of the air basin of agricultural landscapes of the Krasnodar region. The agricultural lands polluting the atmosphere with products of combustion of various waste products (straw, stubble), as well as generated gases, numerous technique, supports various sectors of the agricultural industry. Atmospheric pollution is the introduction of new physical, chemical, and biological substances that are not characteristic of the atmosphere, or a change in their natural concentration. In the smoke-forming particles, there are molecules of unburned fuel represented by hydrocarbons: carbon monoxide (CO) – partially oxidized carbon, carbon dioxide (CO^2) – the product of complete combustion. Gorenje Gorenje organic matter occurs in air containing 78 % nitrogen and 22 % oxygen, which contributes to the formation of nitrogen oxides, including monoxide, formed at a high combustion temperature, dioxide or tetraoxide, formed as a result of the reaction of monoxides with oxygen in the air. Pollution of the atmos-

phere goes through different channels and many gaseous, solid and liquid substances. Heavy metal compounds, dioxides, and other substances are released into the atmosphere. Pollution of the natural environment (OPS) by emissions of transport and mobile agricultural machinery in agricultural landscapes occurs as a result of the operation of machine-tractor units in the field, as well as under the influence of highways that pass through the land-use territory of agricultural enterprises. Every year, only tractors and self-propelled vehicles in the Russian Federation emit about 1.5 million tons of gas into the atmosphere. tons of various pollutants, which is 5 times higher than the emissions of thermal power plants and 3 times the emissions of industrial enterprises. The amount of harmful substances emitted into the environment by emissions of transport and mobile agricultural machinery depends on many factors: type of engine type and fuel quality, driving mode of the vehicle, its design, condition of roads, maintenance state of vehicles.
Key words: atmospheric air, sources of pollution, volatile organic compounds, heavy metals, nitrogen oxide, agricultural landscapes

Загрязнение атмосферы – привнесение в атмосферный воздух новых, не характерных для него физических, химических и биологических веществ или изменение их естественной концентрации. Общее загрязнение воздуха в агроландшафтах достаточно высокое.

Агроландшафты загрязняют атмосферу продуктами горения различных отходов (солома, стерня), а также выработанными газами, многочисленной техникой, обслуживающей различные секторы сельскохозяйственной отрасли. В дымообразующих частицах имеются молекулы несгоревшего топлива, представленные углеводородами: угарный газ (CO) – неполностью окисленный углерод, углекислый газ (CO^2) – продукт полного сгорания. Горение органического вещества протекает в воздухе, содержащем 78 % азота и 22 % кислорода, что способствует образованию оксидов азота, включая монооксид, образующийся при высокой температуре горения, диоксид или тетраоксид, образующиеся в результате реакции монооксидов с кислородом воздуха. Загрязнение атмосферы идет по разным каналам многими газообразными, твердыми и жидкими веществами. В атмосферу выбрасываются соединения тяжелых металлов, диоксидов и другие вещества.

Агроландшафт является источником следующих загрязнителей воздуха:

– взвесей (мелкие частицы и капли во взвешенном состоянии в воздухе), обусловливающих смог, нередко несущих другие загрязнители (растворенные в них или прилипшие к ним);

– летучих органических соединений (углеводороды и т. д.);

– тяжелых металлов (медь, свинец, магний, марганец и т. д.);

– окисей азота – газообразные соединения азота и кислорода;

– кислот (серная, азотная и др.), переходящих в воздухе в капли жидкости и обусловливающих кислотные дожди.

Загрязнение атмосферы в последнее десятилетие явилось итогом промышленно-хозяйственной деятельности человека по сравнению с другими составляющими природной среды (вода, почва, растительность). Атмосфера характеризуется пространственной динамичностью и потому загрязняется весьма быстро. Загрязнение атмосферы оценивается в мг массы загрязняющего вещества на единицу объема ($м^3$) воздуха. При оценке состояния атмосферы используется отношение ПДК максимально разовой к ПДК среднесуточной. Важнейшими источниками загрязнения атмосферы являются выбросы промышленных, транспортно-дорожных, сельскохозяйственных предприятий, а также автомобильного, воздушного, железнодорожного транспорта.

Загрязнение окружающей природной среды (ОПС) выбросами транспорта и мобильной сельскохозяйственной техники в агроландшафтах происходит в результате работы машинно-тракторных агрегатов в полевых условиях, а также под влиянием автомагистралей, проходящих по территории землепользования сельскохозяйственных предприятий. Ежегодно только тракторами и самоходными машинами (сельскохозяйственными, дорожно-строительными и другими) в РФ выбрасывается в атмосферу около 1,5 млн т различных загрязняющих веществ, что в 5 раз превышает выбросы ТЭЦ и в 3 раза выбросы промышленных предприятий [1, 4, 6].

Количество вредных веществ, поступающих в окружающую среду с выбросами транспорта и мобильной сельскохозяйственной техники, зависит от многих факторов: типа двига-

теля, типа и качества топлива, режима движения автомобиля, его конструкции, состояния дорог, технического состояния транспортных средств [2, 5]. Вещества, содержащиеся в выбросах транспорта и мобильной сельскохозяйственной техники, образуются в результате горения топлива в двигателях внутреннего сгорания, износа поверхностей деталей из-за трения. В их составе можно выделить следующие соединения:

– нетоксичные (4-й класс опасности): азот, кислород, пары воды, двуокись углерода;

– токсичные (1, 2, 3-й классы опасности); углеводороды (до 200 наименований), в том числе полиароматические – бенз(а)пирен, альдегиды, оксиды азота (до 10 наименований), сажа, оксиды серы и сероводород, твердые частицы (оксиды металлов, кремния, сульфаты, нитраты, соединения свинца, фенолы) [3, 7].

Загрязняющие вещества, источниками которых являются транспортные объекты, распространяются и накапливаются во всех компонентах биосферы (воде, воздухе, почвах, растениях, животных). Оксиды серы в атмосфере реагируют с парами воды с образованием серной кислоты, а затем с осадками попадают на поверхность почвы в виде кислотных дождей. Накопление оксидов азота, диоксида углерода, метана, озона в совокупности с хлорорганическими соединениями вызывает климатические изменения регионального и планетарного масштаба («парниковый эффект»).

Основным каналом стока загрязняющих веществ из атмосферы и их последующего поступления в наземные экосистемы является почва – неотъемлемая часть любого наземного биогеоценоза и биосферы в целом. Загрязнение почвы выбросами транспорта и мобильной сельскохозяйственной техники связано с их составом. На поверхности почвы осаждаются тяжелые металлы, ПАУ, оксиды серы, азота, сажа и другие токсичные соединения [1, 6, 8].

По составу и содержанию отдельных компонентов почвенный воздух близок к атмосферному, что обусловлено непосредственным контактом через почвенные поры. Постоянно и постепенно протекающий газообмен направлен на выравнивание их составов. Обновление воздуха в пахотном слое происходит почти полностью каждый день. Количественные различия в составе почвенного и атмосферного воздуха определяют градиент концентрации отдельных их компонентов. Пока этот градиент существует, через свободные от воды почвенные поры происходит диффузионное передвижение газов в сторону меньшей их концентрации. Градиент концентраций между почвой и атмосферой поддерживается благодаря интенсивной деятельности почвенной биоты. Главную роль в газообмене системы почва-атмосфера играет диффузия, а подчиненную, но для некоторых условий весьма существенную, – конвекция. Последняя больше связана с разностью температур почвы и воздуха, изменениями барометрического давления, влиянием ветра, выпадением осадков и изменением уровня грунтовой воды и верховодки. Величина же диффузии зависит от природы диффундирующих газов и свойств почвы (содержание гумуса, порозность, влажность, температура и др.) [9].

С увеличением молекулярной массы газообразных органических веществ и количества функциональных групп в молекулах, содержащих азот, фосфор, кислород, серу, возрастает скорость абсорбции. Абсорбция легких углеводородов почвой зависит также от видового состава почвенных бактерий и интенсивности микробиологических процессов, протекающих в почве.

Почвы обладают значительной сорбирующей способностью по отношению к оксидам серы. К числу факторов, способствующих лучшему поглощению диоксидов серы почвой, относятся повышенное содержание органического материала в почве, присутствие в ней карбонатов кальция, ее влажность, дисперсность и кислотность, а также населенность микроорганизмами. Установлено, что поглощение из атмосферы диоксидов серы происходит с большей скоростью, чем поглощение оксидов углерода. Оксид азота окисляется в почве до диоксида азота, причем в почвах с высокой кислотностью оксид азота менее устойчив, чем в щелочных. Было найдено, что скорость выведения диоксида азота из атмосферы меньше, чем скорость выведения диоксида серы.

Высокая интенсивность движения на автотрассах, расположенных на территориях агроландшафтов, создает угрозу загрязнения атмосферного воздуха, почв, зоо- и фитоценозов в придорожных территориях, особенно там, где отсутствуют защитные лесополосы. Специа-

листы утверждают, что если автомобильная трасса идет среди полей, то концентрация свинца в зерновых в 10 раз выше, чем на остальном поле [1, 3].

Общее количество веществ, выброшенных стационарными и передвижными источниками, составляет свыше 200, значительная часть их является токсичными. Сероводород, гексан, диэтиловый эфир, хлор, серная кислота, хлористый водород, ацетон и другие высокотоксичные вещества выбрасываются предприятиями нефтехимической, химической и медицинской промышленности. Твердые и газообразные вещества – сернистый ангидрид, оксиды углерода и азота, углеводороды – выбрасываются в атмосферу строительными, металлургическими, топливными предприятиями [2, 3, 5]. Оксид углерода, оксиды азота, углеводороды выбрасываются карбюраторными двигателями, а оксид азота и сажа – дизельными. Выбросы промышленных предприятий, особенно химических производств, при повышении концентрации в воздухе очень негативно влияют на здоровье человека. Выброшенные в воздух, загрязнители претерпевают как физические, так и химические изменения: они распространяются в атмосфере, диффундируют, вступают в реакции окисления.

Определение концентрации загрязняющих веществ в воздухе ряда населенных мест, таких как Адлер, Сочи, Туапсе, Новороссийск, Краснодар, Тихорецк, проведенное НИИ ПЭЭ, указывает на весьма высокое содержание: оксида углерода – в 1,5–3, пыли – в 2, диоксида азота – в 1,5–2, углеводородов группы C_1-C_5 – в 1,5, углеводородов группы C_6–C_{12} – в 1,5–2,5 раза выше ПДК. Увеличение концентрации пыли, оксида углерода, свинца и некоторых других загрязняющих веществ особенно характерно в летний период [4, 9].

Сельскохозяйственное производство также вносит ощутимый вклад в загрязнение атмосферы в крае особо опасными веществами – пестицидами; способы попадания отравляющих биосферу веществ самые различные, в том числе при обработках полей, садов, плантаций путем наземного и воздушного опрыскивания, при приготовлении рабочих растворов, при хранении в необорудованных складских помещениях. Пожары, сжигание пожнивных остатков и другие органических отходов (стерня, солома, сорные растения, мусор) также существенно загрязняют воздушный бассейн края, в сумме поставляя в атмосферу около 1 млн т загрязнителей.

В отличие от первичных путей загрязнения, перечисленных выше, существуют и вторичные – перенос пестицидов с частичками пыли на большие расстояния.

Территория Краснодарского края входит в зону действия международных конвенций о трансграничном загрязнении атмосферного воздуха на большие расстояния оксидами азота и серы, а также защите озонового слоя Земли. Анализ данных мониторинга pH атмосферных осадков показал увеличение выпадения кислых осадков до 9 % – против 7,9 %. Необходимо отметить еще некоторые факторы, определяющие состояние атмосферного воздуха над территорией края: отсутствие регулярного контроля содержания бенз(а)пирена, диоксинов, свинца и целого ряда других, особо опасных, веществ, отсюда отсутствие полной и достоверной оперативной информации о состоянии воздушной среды в местах скопления людей [7, 8, 9].

Загрязнение атмосферного воздуха в Краснодарском крае практически полностью зависит от метеорологических условий, благодаря среднегодовой скорости ветра 2–3 м/с воздушные примеси в атмосфере прекрасно рассеиваются, не скапливаясь.

Важным направлением деятельности по улучшению экологической ситуации на Кубани является формирование нового мировоззрения специалиста, основанного на глубоком понимании роли человека в окружающем мире, человека-творца.

В целях стабилизации и улучшения экологической обстановки в крае необходимо: ограничение использования опасных веществ (химических, радиоактивных, биологических); рациональное использование природных ресурсов; контроль транспортной системы (особенно количества автомобилей); усилить контроль за техническим состоянием автотранспорта; перевести автопарк на газовое топливо; вводить более современные системы по очистке выбросов на предприятиях; ускорить строительство экологических постов для замеров вредных примесей в выхлопных газах; упорядочить реализацию пестицидов населению.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белюченко И. С. Развитие и устойчивость аграрных ландшафтов в степной зоне Краснодарского края / И. С. Белюченко // Экологические проблемы развития агроландшафтов и способы повышения их продуктивности: Материалы междунар. научн. эколог. конф. – 2018 – С. 217–234.
2. Белюченко И. С. Многофазная дисперсная система из различных отходов – основа для сложного компоста / И. С. Белюченко // Экологические проблемы развития агроландшафтов и способы повышения их продуктивности: Материалы междунар. научн. эколог. конф. – 2018. – С. 248–261.
3. Белюченко И. С. Антропогенное изменение почвенного покрова в процессе развития аграрных ландшафтов / И. С. Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2018. – Т. 14. – № 2. – С. 52–64.
4. Белюченко И. С. Сложный компост и рекультивация чернозема обыкновенного в системе агроландшафта / И. С. Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2018. – Т. 14. – № 2. – С. 82–89.
5. Теучеж А. А. Роль фосфора в развитии живых организмов / А. А. Теучеж // Эколог. Вестник Сев. Кавказа. – 2018. – Т. 14. – № 1. – С. 50–53.
6. Теучеж А. А. Химический состав различных видов навоза / А. А. Теучеж // Эколог. Вестник Сев. Кавказа. – 2018. – Т. 14. – № 1. – С. 54–58.
7. Теучеж А. А. История создания лесозащитных полос в Краснодарском крае и их состояние / А. А. Теучеж, И. С. Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2019. – Т. 15. – № 3. С. 37 –41.
8. Теучеж А. А. Содержание подвижного фосфора в почвах лесополос. / А. А. Теучеж // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2019. – Т. 15. – № 4. – С. 23–28.
9. Теучеж А. А. Создание условий устойчивого развития и функционирования системы защитных лесных насаждений в Краснодарском крае / А. А. Теучеж // Отходы, причины их образования и перспективы использования : Материалы междунар. научн. эколог. конф. – 2019. С. 644 –648.

УДК 504.054+631.42+581.5

БИОГЕОХИМИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ИЗУЧЕНИЮ АЭРОТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АГРАРНЫХ ЛАНДШАФТОВ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ГОРНОРУДНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Сомов Всеволод Владимирович, *ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», кандидат географических наук,* ***Россия****, г. Санкт-Петербург, vomos_v_v@mail.ru.*

Опекунова Марина Германовна, *ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», доктор географических наук, профессор,* ***Россия****, г. Санкт-Петербург, m.opekunova@mail.ru.*

Опекунов Анатолий Юрьевич, *ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», доктор геолого-минералогических наук, профессор,* ***Россия****, г. Санкт-Петербург, a_opekunov@mail.ru.*

Кукушкин Степан Юрьевич, *ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», кандидат географических наук,* ***Россия****, г. Санкт-Петербург, stepic@yandex.ru.*

На основе результатов комплексных геоэкологических исследований природных территориальных комплексов Башкирского Зауралья, проводившихся в окрестностях г. Сибай (Республика Башкортостан) в течение 20 лет, предложен комплекс наблюдений, нацеленный на контроль аэрального загрязнения аграрных ландшафтов горнорудными предприятиями. Предлагаемый подход базируется на ежегодном отборе и изучении образцов депонирующих сред: снежного покрова, почв, донных осадков, укосов биомассы и индикаторных видов растений.

Ключевые слова: горнорудное производство, тяжелые металлы, степные ландшафты, почвы, донные осадки, индикаторные виды растений.

BIOGEOCHEMICAL APPROACH TO STUDYING OF AEROTECHNOGENIC POLLUTION OF AGRICULTURAL LANDSCAPES IN THE IMPACT ZONE OF MINING ENTERPRISES

Somov V. V., Opekunova M. G., Opekunov A. Y., Kukushkin S. Y.

Authors propose an approach to control of agricultural landscapes aerial pollution by mining enterprises. The approach is based on long-term (20 years) environmental research of natural territorial complexes in the Bashkirian Transurals in the vicinity of Sibay (Bashkortostan Republic, Russia). It relies on studying and sampling of geographical components capable of accumulating pollutants: snow cover, soils, bottom sediments, above-ground phytomass, shoots of indicator plant species.

Key words: mining, heavy metals, steppe landscapes, soils, bottom sediments, indicator species of plants.

В области распространения черноземных почв добыча твердых полезных ископаемых часто сочетается с сельскохозяйственным производством. В таких местах нередко отсутствует постоянная сеть наблюдений за состоянием атмосферного воздуха, поэтому существует проблема контроля и мониторинга аэротехногенного загрязнения прилегающих аграрных ландшафтов. Одним из примеров служит г. Сибай (Республика Башкортостан), вокруг которого осуществляется сельскохозяйственное производство и где добываются и обогащаются руды Сибайского медно-цинкового месторождения. Основными поллютантами при разработке месторождения выступают рудные и сопутствующие металлы и металлоиды – Cu, Zn, Cd, As, Sb, Pb. В настоящее время посты наблюдения за состоянием атмосферного воздуха в Сибае отсутствуют [3]. Планируемая к размещению в городе автоматизированная станция контроля состояния атмосферного воздуха [1] не решает проблемы оценки загрязнения прилегающих сельскохозяйственных угодий.

На основании результатов комплексных геоэкологических исследований, проводимых в окрестностях г. Сибай в течение 20 лет [4-7], предлагается подход, являющийся альтернативой сети пунктов регулярных наблюдений за состоянием атмосферного воздуха. В основу его положено изучение образцов депонирующих сред – почвы, донных осадков озер, растительного и снежного покрова, отбор которых должен осуществляться ежегодно.

На изучаемой территории предлагается выделить наземные и аквальные пробные площадки (ПП) 20×25 м с учетом расстояния от источников загрязнения, розы ветров, положения в рельефе, растительных сообществ, свойств почв, видов и интенсивности антропогенного воздействия. Отбор образцов почв, донных осадков и растений необходимо проводить летом, в период максимальной вегетационной активности растений, в короткие сроки; отбор образцов снега (согласно РД 52.04.186-89) – в период максимальной мощности снежного покрова. Виды образцов и определяемые показатели представлены в таблице 1.

Преимуществами данного подхода являются возможность обеспечить большой территориальный охват и высокое пространственное разрешение, получение сведений о содержании и накоплении поллютантов, связанных с горнорудным производством, в географических компонентах. Такой комплекс отличается умеренными затратами на проведение полевых и аналитических работ, возможностью ретроспективного изучения процесса загрязнения на основе изучения колонок донных осадков [4].

При использовании разработанного подхода необходимо учесть следующие особенности.

1. Проблема определения нормы содержания химических веществ. Использование санитарно-гигиенических нормативов (ПДК, ОДК) для рудных районов может оказаться некорректным по причине повышенных естественных содержаний рудных и сопутствующих элементов. При отсутствии фонового содержания веществ в качестве нормы для почв может рассматриваться содержание элемента в почвообразующей породе, а для донных осадков – в доиндустриальном слое отложений. Для нивелирования неоднородности профиля почв/осадков содержания элементов могут нормироваться по консервативному показателю, в качестве которого зачастую используется содержание Sc, Zr, Ti, Al [2]. В качестве нормы также может применяться содержание элемента на ПП, принятой в качестве условного фона.

Таблица 1 – Комплекс исследований аэротехногенного загрязнения

Вид проб	Показатели и частота определения
Почва	
Поверхностные (0-10 см)	Валовое содержание металлов (ежегодно); pH (ежегодно); Гранулометрический состав (однократно); Содержание органического углерода (раз в несколько лет); Запас металлов в гумусовом горизонте (г/га; ежегодно).
Средняя часть гумусового горизонта	
Горизонт С	
Донные осадки	
Поверхностный слой	Валовое содержание металлов (ежегодно); pH и Eh (ежегодно).
Подповерхностные горизонты (раз в несколько лет)	Валовое содержание металлов (при каждом отборе); pH и Eh (при каждом отборе); Содержание органического углерода (однократно).
Растительный покров	
Побеги индикаторных видов	Содержание металлов (мг/кг сухого вещества; ежегодно).
Общие укосы	Содержание металлов (мг/кг сухого вещества; ежегодно); Запасы металлов (г/га; ежегодно).
Снежный покров	
Снег	Содержание металлов в снеговой воде (ежегодно); Содержание металлов в твердой фазе аэрозолей (ежегодно); pH (ежегодно); Содержание сульфат-иона (ежегодно); Минерализация (ежегодно); Пылевая нагрузка (ежегодно);

2. Проблема потока химических элементов в изучаемых средах: параллельно с привнесением изучаемых элементов в компоненты природных территориальных комплексов (ПТК) осуществляется их вынос. На основании результатов многолетних исследований [4–7] можно утверждать, что для степных ПТК Башкирского Зауралья характерна низкая миграционная способность изученных металлов в почвах и донных осадках. Большая часть Cu, Zn, Cd, Pb, аэрально поступающих в ПТК, накапливается в поверхностной части темногумусового горизонта почв на глубине до 10–15 см (рисунок 1). Это приводит к усилению латеральной миграции металлов в ряду сопряжений и их аккумуляции в почвах или донных осадках подчиненных фаций. Последнее нужно принимать во внимание при выборе расположения ПП.

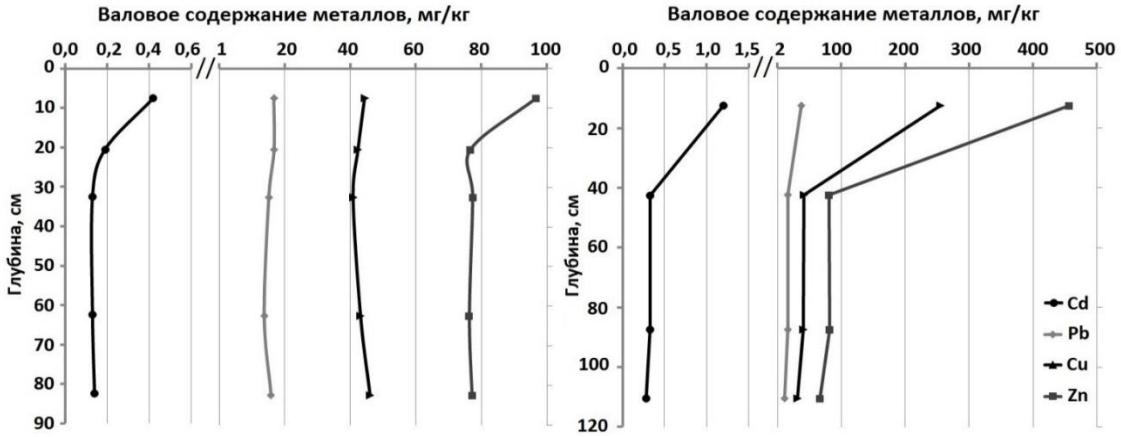


Рисунок 1 – Изменение валового содержания металлов в почве с глубиной. Слева – фоновая территория (п. Туркменево), справа – загрязненная территория (п. Калининское)

В отличие от почв и донных осадков, растения регулируют поступление химических элементов в живые ткани и их выведение. Тем не менее доказана возможность использования содержания металлов в побегах отдельных видов (*Artemisia austriaca* Jack., *Veronica incana* L., *Thymus marschallianus* Willd., *Salvia stepposa* Shost. и др.) как индикатора их содержания и подвижности в почве [5, 7]. Кроме того, изучение запасов металлов в почве разумно дополнить изучением запасов в укосах фитомассы.

3. Сезонные особенности наблюдений в рамках предложенного подхода. Снег – среда, позволяющая однозначно выделить аэральное поступление поллютанта за зимний период конкретного года. Для окрестностей г. Сибай характерен устойчивый снежный покров; образцы, отобранные в период максимальной мощности покрова, отражают поступление поллютантов приблизительно за 4 месяца. Результаты можно экстраполировать на весь год с учетом колебаний поступления и аэрального переноса поллютантов. Следует отметить, что необходимо определение содержания металлов не только в снеговой воде, но и в твердой фазе аэрозолей (рисунок 2), где оно существенно выше, что связывается с нейтральной и слабощелочной средой, типичной для степных ландшафтов.

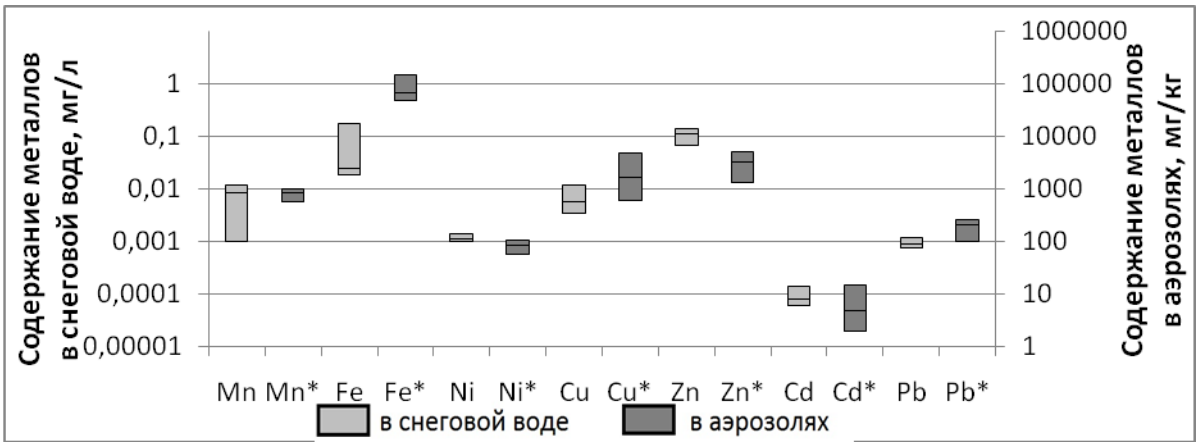


Рисунок 2 – Содержание металлов в снеговой воде и в аэрозолях (*); минимальное значение, медиана, максимальное значение

Химический состав надземных побегов травянистых растений характеризует содержание подвижных форм металлов в почве за вегетационный период текущего и/или предшествующего года. Изучение колонок донных осадков озер позволяет дополнительно проследить поступление поллютантов в прошлом (в масштабе десятилетий) при условии наличия сведений о скорости осадконакопления.

Таким образом, описанный подход может заменить государственный мониторинг атмосферного воздуха (в случае отсутствии его станций на территории) при оценке аэротехногенного загрязнения аграрных ландшафтов степной зоны в зоне воздействия горнодобывающих предприятий.

Исследования проведены при поддержке гранта РФФИ 18-05-00217.

ЛИТЕРАТУРА

1. В Сибае состоялось рабочее совещание по вопросу создания автоматизированной станции контроля загрязнения воздуха / Сайт Министерства природопользования и экологии Республики Башкортостан. Дата обновления: 18.11.2019. URL: https://ecology.bashkortostan.ru/presscenter/ news/237217/ (дата обращения: 23.01.2020).

2. Водяницкий Ю. Н. Загрязнение почв выбросами предприятий цветной металлургии / Ю. Н. Водяницкий, И. О. Плеханова, Е. В. Прокопович, А. Т. Савичев // Почвоведение. – 2011. – № 2. – С. 240–249.

3. Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и окружающей среды Республики Башкортостан в 2018 г. – 276 с.

4. Опекунов А. Ю. Влияние разработки Сибайского месторождения (Южный Урал) на трансформацию потока металлов в подчиненных ландшафтах / А. Ю. Опекунов, М. Г. Опекунова, В. В. Сомов, Е. С. Митрофанова, С. Ю. Кукушкин // Вестн. Моск. ун-та. – Сер. 5. – География, 2018. – № 1. – С. 14–24.

5. Опекунова М. Г. Использование биоиндикационных свойств растительности при оценке трансформации ландшафтов в районе разработки Сибайского медно-колчеданного

месторождения (Южный Урал) / М. Г. Опекунова, А. Ю. Опекунов, Э. Э. Папян, В. В. Сомов // Сибирский экологический журнал. – 2017. – № 3. – С. 350–366.

6. Опекунова М. Г. Загрязнение почв в районе воздействия горнорудных предприятий Башкирского Зауралья / М. Г. Опекунова, В. В. Сомов, Э. Э. Папян // Почвоведение. – 2017. – № 6. – С. 744–758.

7. Опекунова М. Г. Воздействие природных и антропогенных факторов на элементный состав растений Башкирского Зауралья / М. Г. Опекунова, В. В. Сомов, Ю. С. Сокульская, С. Ю. Кукушкин, Л. Ю. Цапарина // Биосфера. – 2015. – Т. 7. – № 2. – С. 181–198.

УДК502.2.05/504.3.054

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ООО «СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ «ОКТЯБРЬ» НА АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ

Зинченко Игорь Александрович, *ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»,* ***Россия****, г. Краснодар, igorek-zinchenko@bk.ru.*

Францева Татьяна Петровна, *кандидат технических наук, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»,* ***Россия****, г. Краснодар, tatian-81@mail.ru.*

В работе представлены данные, подтверждающие негативные характер воздействия ООО «Сельскохозяйственная компания «Октябрь» на растительные сообщества, являющиеся индикатором загрязнения атмосферного воздуха; также произведено уточнение санитарно-защитной зоны и предложен план мероприятий по снижению негативного воздействия на атмосферу.

Ключевые слова: сельское хозяйство, загрязнение атмосферы, продуктивность, инвентаризация зеленых насаждений, мониторинг, санитарно-защитная зона.

ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT LLC "AGRICULTURAL COMPANY" OCTOBER» ON ATMOSPHERIC AIR

Zinchenko I., **Frantseva T.**

The paper presents data confirming the negative nature of the impact of LLC "agricultural company "October" on plant communities, which are an indicator of atmospheric air pollution. it also clarifies the sanitary protection zone and proposes a plan of measures to reduce the negative impact on the atmosphere.

Keywords: agriculture, atmospheric pollution, productivity, inventory of green spaces, monitoring studies, sanitary protection zone.

Краснодарский край является ведущим аграрным регионом Российской Федерации. Основу производительных сил региона составляют промышленный, сельскохозяйственный, строительный, транспортный, санаторно-курортный комплексы. На долю Краснодарского края приходится 45 % сельскохозяйственной продукции Южного федерального округа и свыше 7 % – России. Кубань также является лидером животноводства. Его совершенствованию способствует естественная кормовая база в предгорьях и на степных равнинах, интенсивное сельское хозяйство и применении технологий для роста поголовья скота [1, 2].

Новый импульс развития отрасль животноводства получила с началом реализации в Краснодарском крае приоритетного национального проекта «Развитие АПК». Сельхозпредприятия края активно включились в работу по строительству новых и реконструкции имеющихся животноводческих ферм. Наряду с неоспоримой ролью в обеспечении продовольственной безопасности Российской Федерации, сельскохозяйственные предприятия являются источниками загрязнения всех компонентов

окружающей среды – атмосферного воздуха, почвы, поверхностных вод, поэтому анализ воздействия сельскохозяйственных предприятий на экологическое состояние окружающей среды является весьма актуальным [2].

ООО «СК «Октябрь» – многоотраслевая компания с научно обоснованной структурой, внутрихозяйственной специализацией и бригадной организацией производства – было выбрано в качестве объекта исследования. Хозяйство находится в Калининском районе, ст. Старовеличковской, в центральной зоне Краснодарского края, в 65 км от краевого центра. Имеет свои подъездные пути на станции Величковка Сев. Кав. ж. д. Основной целью деятельности ООО «СК «Октябрь» является удовлетворение общественных потребностей в его продукции (работах, услуг) и реализации на основе полученной прибыли экономических и социальных интересов участников и работников общества.

Исследование влияния ООО «СК «Октябрь» на атмосферный воздух проводилось визуально и методом отбора проб.

Мониторинг основан на закладке 3 трансект в пределах санитарно-защитной зоны: в сторону жилой застройки, по уклону местности, по преобладающим ветрам. На каждой трансекте было заложено по 3 пробные площадки размером 10 х 10 м через 100 м каждая. Также была заложена фоновая пробная площадь на расстоянии 1500 м от предприятия с минимально возможным воздействием ООО «СК «Октябрь» [1, 3].

Любое предприятие выбрасывает в атмосферу загрязняющие вещества, сельскохозяйственные комплексы исключением не являются. Деятельность ООО «СК «Октябрь» оказывает существенное негативное влияние на состояние атмосферного воздуха прилегающей территории. Животноводческие предприятия, в частности молочно-товарная ферма, производят организованные и неорганизованные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу:

1. Нерегулярный характер выбросов загрязняющих веществ непосредственно от животных – это организованный выброс. Составляет примерно 0,5 % от всех выбросов предприятия. Также бывает разовый и валовой.

2. Неорганизованный выброс составляют продукты жизнедеятельности животных примерно 99,5 % всех выбросов.

Исследования хозяйственной деятельности объекта показали, что самый большой выброс по всем показателям происходит неорганизованно (примерно 73 %). Неорганизованные выбросы - это отстойники, навозохранилища, очистные сооружения [2, 4].

Предприятие является объектом III класса опасности, СЗЗ – 300 м. Исходя из данных о среднегодовой повторяемости ветров в Калининском районе, был произведен расчет уточненных границ санитарно-защитной зоны хозяйства. Расчет показал, что санитарно-защитная зона не соблюдается в западном, восточном и северо-восточном направлениях. Для снижения нагрузки загрязняющих веществ со стороны хозяйства на компоненты окружающей среды необходимо провести мероприятия по озеленению территории в местах нарушения санитарно-защитной зоны. Нормативная санитарно-защитная зона не соблюдается, так как до ближайшей жилой застройки 53 м [2, 4].

Для оценки воздействия деятельности ООО «СК «Октябрь» исследовались растительные сообщества в санитарно-защитной зоне и на территории хозяйства в точках мониторинговых исследований. Исследования показали, что с северо-западной, северной, северо- восточной и юго-восточной сторон заданной территории простираются поля хозяйства, окантованные древесно-кустарниковым насаждениями. Было выявлено 42 экземпляра древесных и 10 экземпляров кустарниковых растений, принадлежащих к 5 семействам. Преобладающими по численности являются акация (53 %) и вишня (15 %).

Оценка состояния древесной и кустарниковой растительности показана на рисунке.

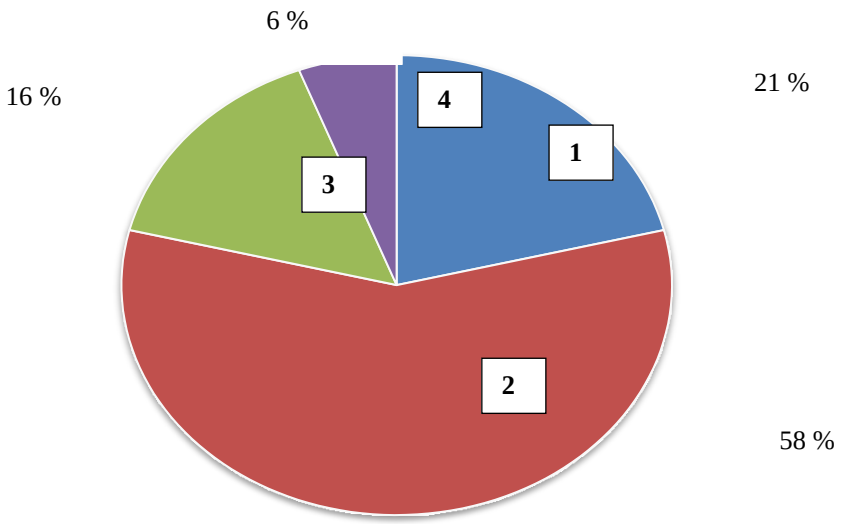


Рисунок – Распределение древесно-кустарниковой растительности по категориям состояния

Большинство деревьев относится ко 2-й категории состояния, они могут иметь местные повреждения ветвей, корневых лап и ствола, механические повреждения (рисунок). К 1-й категории относится 11 растений (21 %). В 3-ю категорию вошли 6 деревьев и 2 кустарника (15 %). 3 дерева (6 %) относится к 4-й категории, т. е. имеют более 50 % усохших ветвей, поражена насекомыми-вредителями и др. признаки ослабления

Первичная продуктивность экосистемы определяется как скорость усвоения растениями солнечной энергии в виде органических соединений (сахаров, жиров, белков) и других образований [1, 2]. Первичную продуктивность на изучаемой территории подсчитывалась в период с июля по сентябрь в 2019 г. Максимальные значения первичной продуктивности экосистемы были отмечены в фоновой точке, расположенной в 1500 м от предприятия (0,382 кг/м^2 – в июле, 0,436 – в августе и 0,415 – в сентябре). Наименьшие значения продуктивности растений были отмечены в разные сезоны 2019 г. в точках, находящихся в 100 м от предприятия (точки 1, 4 и 7 соответственно).

Анализ данных показал, что продуктивность увеличивается с увеличением расстояния от предприятия. В целом можно сделать вывод, что первичная продуктивность на исследуемой территории невысока, так как растения, произрастающие на территории, подвергаются вытаптыванию, воздействию спецтехники, автотранспорта.

Обобщенные данные, представленные в работе подтверждают негативный характер воздействия ООО «Сельскохозяйственная компания «Октябрь» на растительные сообщества, являющиеся индикатором загрязнения атмосферного воздуха. В качестве мероприятий, снижающих негативное воздействие на атмосферу, можно предложить озеленение территории и своевременный уход за древесными и кустарниковыми насаждениями на территории хозяйства и в СЗЗ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Биомониторинг состояния окружающей среды: учеб. пособие / Под ред. проф. И. С. Белюченко, проф. Е. В. Федоненко, проф. А. В. Смагина. – Краснодар : КубГАУ, 2014. – 153 с.

2. Стрельников В. В. Прикладная экология / В. В. Стрельников, Г. П. Гудзь, Д. С. Скрипник, А. Г. Сухомлинова, Е. В. Суркова, Т. П. Францева, И. В. Хмара, Н. В. Чернышева. – Краснодар : Издательский дом – Юг, 2012. – 451 с.

3. Стрельников В. В. Методические указания для выполнения курсового проекта по дисциплине «Прикладная экология» / В. В. Стрельников, Е. В. Суркова, А. Г. Сухомлинова, Т. П. Францева, В. Г. Живчиков : учебно-метод. пособие. – Краснодар : Изд-во КубГАУ, 2011. – 40 с.

4. Сухомлинова А. Г. Техногенные системы и экологический риск : учебно-методическое пособие для выполнения практических занятий для бакалавров по направлению 022000.62 – Экология и природопользование / А. Г. Сухомлинова, Т. П. Францева, В. В. Стрельников, Е. В. Суркова. – Краснодар : Изд-во КубГАУ, 20

СЕКЦИЯ 9. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ МЕЛИОРИРУЕМЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ

УДК 631.445.24

ПЛОДОРОДИЕ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ПОД РАЗЛИЧНЫМИ БИОЦЕНОЗАМИ

Стахурлова Лариса Дмитриевна, *кандидат биологических наук, ФГБОУ «Воронежский государственный университет»,* ***Россия****, г. Воронеж,* stakhurlova@rambler.ru
Ивашкина Мария Андреевна, *ФГБОУ «Воронежский государственный университет»,* ***Россия****, г. Воронеж*
Бахтин Андрей Михайлович, *ФГБОУ «Воронежский государственный университет»,* ***Россия****, г. Воронеж*

В окультуренных дерново-подзолистых почвах южной подзоны таежно-лесной зоны наметилась незначительная тенденция повышения содержания гумуса, суммы обменных оснований, заметно снизилась актуальная и гидролитическая кислотность. Под различными биоценозами выявлена низкая активность целлюлозолитиков и слабая степень токсичности почвы по отношению к культурным растениям.
Ключевые слова: дерново-подзолистые почвы, биоценозы, плодородие, гумус, обменны еоснования, кислотность, фитотоксичность.

FERTILITY OFSOD PODZOLIC SOILS UNDER THE DIFFERENT BIOCENOCES

Stakhurlova L. D., Ivashkina M. A., Bahtin A. M.

In the cultivated sod-podzolic soils of the southern subzone of the taiga-forest zone, there has been a slight tendency toward an increase in the content of humus, the amount of exchange bases, and the actual and hydrolytic acidity have markedly decreased. Under various biocenoses, low cellulolytic activity and a low degree of soil toxicity to cultivated plants were revealed.
Keywords: soils, biocenoces, fertility, humus, exchangeable cations, acidity, phytotoxicity.

Важным фактором сохранения экологического равновесия экосистем является поддержание устойчивости почвенного покрова, его экологическая оценка, включающая в себя основные показатели почвенного плодородия. Значение дерново-подзолистых почв в таежно-лесной зоне исключительно не только потому что они являются важнейшими компонентами экосистем, но и потому, что как объект труда и средство производства такие почвы в сельском и лесном хозяйствах, в мелиорации и других отраслях народного хозяйства в значительной мере определяют принципиальную направленность производственной деятельности человека [3].

Целью настоящих исследований была оценка плодородия дерново-подзолистых почв различных биоценозов на примере УО ПЭЦ МГУ «Чашниково» Московской области.

Объектом исследования служили слабодерновые и дерново-подзолистые почвы разной степени оподзоленности и оглеенности на покровных суглинках и глинах, подстилаемых моренными отложениями под различными биоценозами (хвойный и хвойно-смешанный лес, сенокос, пашня, залежь). Закладку почвенных разрезов и отбор образцов проводили в 2018 г. в период учебной зональной практики. В исследованиях использовали общепринятые методы [2]. Фитосанитарное состояние почв оценивалось по скорости разложения целлюлозы и фитоксичности. Целлюлозоразлагающую активность определяли аппликационным методом. Фитотоксичность – методом биотеста. Тест-объект – семена кресс-салата [4].

К основным показателям плодородия и устойчивости почв к различным факторам воздействия относится гумус и состояние почвенно-поглощающего комплекса (ППК). Дерново-подзолистые почвы характеризуются как малогумусные с низкой емкостью катионного обмена. Содержание гумуса в верхнем горизонте исследуемых образцов варьировало от 3,1 до

3,6 %. В почвах естественных биоценозов в переходном к иллювиальному горизонту количество гумуса резко снижается, тогда как под нарушенными экосистемами наблюдается постепенное снижение содержания гумуса, что объясняется условиями формирования пахотного горизонта агрогенных почв (таблица 1).

Таблица 1 – Показатели плодородия дерново-подзолистых почв под разными биоценозами

Вариант опыта	Глубина, см	Гумус, %	pHвод.	Ca^{2+} $+Mg^{2+}$	Hг	V, %
				ммоль (экв) /100 г		
Хвойный лес	4–9	3,13	4,55	13,4	9,0	59.8
	9–15	2,29	4,41	13,1	8,2	61,5
	15–32	2,39	4,99	9,5	8.6	52,5
Смешанный лес	7–17	3,20	4,44	13,7	8.6	61,2
	17–26	2,18	4,87	12,6	8,0	61,2
	26–35	1,77	5,20	9,4	7,8	54,7
Сенокос	3–15	3,57	5,60	14,5	4,4	76,7
	15–25	2,38	5,83	13,2	4,1	76,3
	25–35	2,71	6,35	12,3	3,4	78,3
Пашня	0–28	3,62	6,33	14,8	3,7	80,0
	28–39	3,09	6,43	13,4	3,5	79,3
	39–45	2,61	6,56	11,5	3,0	79,3
Залежь	4–16	3,42	6,52	14,0	4,2	76,9
	16–34	2,97	6,54	12,9	3,5	78,7
	34–44	1,44	6,66	12,7	3,3	79,4

Промывной тип водного режима приводит к выносу солей из верхней части почвенного профиля, способствует выходу в раствор поглощенных Ca^{2+} и Mg^{2+} в обмен на катионы водорода. Так, под различными биоценозами сумма кальция и магния не превышала 15 ммоль (экв)/100 г (таблица 1). Вниз по профилю сумма обменных оснований равномерно снижается, что подтверждает их биогенную природу и тесную связь с содержанием гумуса.

Для дерново-подзолистых почв под естественными лесными насаждениями характерна высокая актуальная и гидролитическая кислотность. В почвах агроценозов гидролитическая кислотность верхних горизонтов не превышала 5 ммоль (экв)/100г, что можно объяснить систематическим известкованием (таблица 1).

Важнейшим показателем агроэкологического состояния почв служит оценка их биологических свойств. В разложении органических остатков дерново-подзолистых почв участвуют преимущественно грибы, имеющие высокоактивный ферментативный аппарат. Согласно оценочной шкале Д. Г. Звягинцева [4] степень разложения целлюлозы в исследуемых почвах низкая и не превышает 30 % (таблица 2).

Таблица 2 – Фитосанитарное состояние дерново-подзолистых почв разных биоценозов

Вариант опыта	Глубина, см	Скорость разложения клетчатки, %	Ингибирование всхожести семян, %	Ср. длина проростков кресс-салата, мм
Хвойный лес	4–9	30,6	23,2	2,9
	9–15	18,0	16,7	2,4
Смешанный лес	7–17	29,1	22,0	2,8
	17–26	19,0	16,5	2,2
Сенокос	3–15	21,6	21,7	4,4
	15–25	14,0	25,0	3,4
Пашня	0–28	20,0	16,7	4,7
	28–39	18,3	21,7	3,5
Залежь	4–16	18,0	16,7	4,8
	16–34	14,1	20,0	3,0

Дерново-подзолистые почвы характеризуются кислой реакцией среды и повышенным содержанием полуторных оксидов железа, аллюминия и марганца [1, 5]. Такие почвы могут быть токсичными по отношению к культурным растениям. Данные наших исследований по-

казали, что во всех почвенных образцах выявлен слабый фитотоксикоз. Ингибирование всхожести семян кресс-салата варьировало от 16,5 до 25 % (таблица 2). Проростки тест-объекта во всех вариантах были слабые, тонкие, а их средняя длина не превышала 5 мм.

Таким образом, по результатам исследований химических, физико-химических и биологических свойств дерново-подзолистых почв Московской области была дана их агроэкологическая оценка. Почвы под различными биоценозами характеризуются как малогумусные. В верхних гумусово-аккумулятивных слоях его содержание не превышает 4 %. В горизонтах с явными признаками оподзоливания его количество резко снижается. Выявлено низкое содержание суммы кальция и магния. Под естественными лесными насаждениями обнаружена высокая актуальная и гидролитическая кислотность, Все исследованные почвы характеризуются низкой активностью целлюлозолитиков, слабой степенью токсичности по отношению к культурным растениям. Всхожесть семян в большинстве почвенных образцов превышала 75 %. Лучшие условия для развития проростков кресс-салата были отмечены под сенокосом, пашней и залежью. Полученные результаты исследований могут быть использованы службой агроэкологического мониторинга для прогнозирования состояния почвенного покрова южной подзоны таежно-лесной зоны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрукова В. В. Почвенно-агрономическая характеристика АБС Чашниково / В. В. Абрукова. – М. : изд-во Моск. Ун-та, 1988. – Ч. 2. – 149 с.

2. Воробьева Л. А. Химический анализ почв / Л. А. Воробьева. – М. : МГУ, 1998. – 272 с.

3. Зайдельман Ф. Р. Подзоло- и глееобразование / Ф. Р. Зайдельман. – Л. : Наука, 1974. – 208 с.

4. Звягинцев Д. Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Д. Г. Звягинцев – М. : МГУ, 1991. – 304 с.

5. Щербаков А. П. Почвоведение с основами растениеводства / А. П. Щербаков, Н. А. Протасова, А. Б. Беляев, Л. Д. Стахурлова – Воронеж : Изд-во Воронежского университета, 1996. – 236 с.

УДК: 631.445.124; 631.6; 633.2

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСУШЕННЫХ НИЗИННЫХ ТОРФОМАССИВОВ

Уланов Анатолий Николаевич, *доктор сельскохозяйственных наук, Кировская ЛОС – филиал ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса»,* ***Россия,*** *г. Киров, bolotoagro50@mail.ru*

Смирнова Анна Владимировна, *кандидат сельскохозяйственных наук, Кировская ЛОС – филиал ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса»,* ***Россия,*** *г. Киров, bolotoagro50@mail.ru*

Глубоковских Александр Леонтьевич, *кандидат сельскохозяйственных наук, Кировская ЛОС – филиал ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса»,* ***Россия,*** *г. Киров, bolotoagro50@mail.ru*

В статье рассматриваются результаты многолетних стационарных исследований Кировской луго-болотной опытной станции на торфомассиве «Гадовский». Обосновываются возможности рационального использования осушенных низинных торфяных почв. Подчеркивается положительное влияние травостоя многолетних трав на сохранность органического вещества торфяной почвы благодаря мощной корневой системе, позволяющей снизить сработку торфяного слоя и улучшить плодородие почвы.

Ключевые слова: болото, торфяная залежь, торфяная почва, выработанная торфяная почва, экологическое равновесие, плодородие, органическое вещество.

ENVIRONMENTAL ASPECTS OF THE USE OF DRAINED LOWLAND PEATLANDS

Ulanov A. N., Smirnova A. V., Glubokovskikh A. L.

The article considers the results of long-term stationary studies of the Kirov lugobolotny experimental station on the Gadovsky peat massif. The possibilities of rational use of drained low-lying peat soils are substantiated. The positive effect of perennial grasses on the preservation of the organic matter of peat soil is emphasized due to the powerful root system, which allows to reduce the load of the peat layer and improve soil fertility.

Keywords: swamp, peat Deposit, peat soil, developed peat soil, ecological balance, fertility, organic matter.

Болота играют большую роль в экологическом равновесии биосферы Земли, в России они занимают примерно 20 % территории страны, участвуют в основных биогеохимических и гидрологических циклах, разнообразят ландшафты и способствуют их функционированию, поддерживают состав атмосферного воздуха, в современных условиях играя роль буферных систем при увеличении антропогенных выбросов углекислого газа в атмосферу, сохраняют генофонд редких животных, птиц, и растений, являются гигантскими естественными фильтрами, определяют тепловой и водный балансы громадных территорий, составляя их экологический каркас. Однако в процессе добычи торфа после осушения болотных массивов данное природное равновесие нарушается [1, 2].

На пике развития торфодобывающей промышленности в 70-х годах прошлого столетия добывалось около 220 млн т торфяного сырья, большая часть которого использовалась в качестве местного топлива. В результате интенсивных работ, проводимых на болотных массивах, образовалось более 1,5 млн га так называемых выработанных земель, длительное время считавшихся непригодными для сельскохозяйственного использования. Основная часть таких земель находится в европейской части РФ. В настоящее время накоплен достаточно большой опыт использования выработанных торфяных почв в сельскохозяйственном и лесовосстановительном направлениях [1, 2, 3].

Кировская область относится к поясу интенсивного торфонакопления и считается одной из самых обеспеченных торфяными ресурсами территорий Волго-Вятского экономического региона. Одним из наиболее типичных низинных болот является торфомассив «Гадовский», расположенный в центральной части Кировской области, в 37 км на юго-запад от города Кирова, на второй и первой левобережных надпойменных террасах р. Быстрица, впадающей в р. Вятку.

На территории торфомассива «Гадовский», начиная с 1918 г., ведется целенаправленное, научно обоснованное использование осушенных низинных торфяных почв для возделывания на них кормовых, зерновых, овощных и технических культур. За сто лет научно-производственной деятельности на станции накоплен большой опыт превращения считавшихся бросовыми земель в плодородные окультуренные кормовые угодья [3].

Торфяное болото «Гадовское», общая площадь которого более 3 тыс. га, относится к низинному типу и лесо-топяному подтипу. Торфяная залежь подстилается аллювиальными песками, супесями, а также карбонатными суглинками и глинами, иногда с незначительной примесью гальки и гравия. Мощность этих отложений составляет от 0,5 до 18 м. Травянистый покров неосвоенного болота представлен осокой дернистой, таволгой вязолистной, брусникой, вейником ланцетным и многими другими травами. По ботаническому составу торф древесный и древесно-осоковый, степень разложения 20–50 %, объемная масса 0,110–0,300 г/см^3, удельная масса 1,65 г/см^3. Мощность торфа на невыработанной части торфомассива колеблется от 0,7 до 5,0 м, на выработанной части – от 0 до 50–100 см.

При сельскохозяйственном освоении осушенной низинной торфяной почвы возникают трудности: не отрегулированный пищевой режим (ничтожное количество P, K и некоторых микроэлементов – Bo, Cu, Mo, Zn, Co и др.), крайне жёсткий температурный режим, не позволяющий возделывать многие ценные культуры, недостаточно высокая несущая способ-

ность почвенного покрова, высокая подверженность ветровой эрозии, высокая пожароопасность.

Многолетний опыт работы на территориях, нарушенных в результате торфодобычи, предполагает соблюдение принципа гармоничного сочетания различных видов хозяйственной деятельности в границах одного ландшафта, при котором максимально сохраняется органическое вещество остаточной торфяной залежи, восстанавливаются и многократно умножаются созидательные функции природных геохимических, газорегулирующих и прочих биосферных процессов.

Одной из основных проблем осушенных низинных торфяных почв, используемых в сельском хозяйстве, является сработка торфяного слоя. Торфяная залежь, даже при самом «щадящем» режиме использования ее в качестве почвы, рано или поздно может исчезнуть. Обязательное условие сдерживания почворазрушительных процессов в торфяной почве – правильный подбор культур, оптимальный водный режим и регулярное внесение удобрений. Наблюдения за уменьшением мощности торфа показали, что среднегодовая сработка торфяного слоя под многолетними травами составляет 0,5 см, под пропашными культурами – 2,7, под однолетними – 2,1, в паровом поле – 1,3 см. Это соответствует суммарным потерям органического вещества торфа: под пропашными культурами 6–8 т/га, под однолетними травами – 4–6, под многолетними – 1,6–2 т/га.

Высокий уровень сработки торфа под однолетними травами и пропашными культурами связан с эрозионными процессами и технологическим отчуждением торфа при уборке урожая. Сравнительно невысокая сработка на паровом поле (1,3 см) обусловлена значительным возвратом в почву фитомассы регулярно отрастающих и заделываемых при обработке сорняков.

Одним из ярких примеров эффективного использования осушенного низинного торфомассива «Гадовский» служит созданный на невыработанной маломощной его части долголетний пастбищный травостой, бессменно функционирующий в пастбищном режиме без перезалужения с 1935 г. Сформировавшаяся за 84 года луговая экосистема характеризуется высокой адаптивной способностью и устойчивостью к внешнему воздействию. При создании пастбища в 1935 г. была использована травосмесь из клевера ползучего (*Trifolium reptns* L.) – 1,4 кг; клевера гибридного (*Trifolium hybridum* L.) – 1,4 кг; мятлика лугового (*Poa pratensis* L.) – 2,3 кг; мятлика болотного (*Poa palustris* L.) – 2,3 кг; овсяницы красной (*Festuca rubra* L.) – 3,3 кг; овсяницы луговой (*Festuca pratensis* Huds.) – 4,6 кг; райграса пастбищного (*Lolium perenne* L.) – 5,0 кг; тимофеевки луговой (*Phleum pratense* L.) – 1,4 кг; лисохвоста лугового (*Alopecurus pratensis* L.) – 2,4 кг; полевицы белой (*Agrostis stolonifera* L.) – 1,6 кг. В настоящее время в ботаническом составе травостоя доминируют (70–80 %) злаковые травы: мятлик луговой, лисохвост луговой, овсяница луговая, пырей ползучий, ежа сборная, костер безостый, полевица белая; всего в травостое насчитывается более 50 видов трав.

Корневая система трав, концентрирующаяся в основном в верхнем 20 см слое почвы, способствует максимальному сохранению естественного сложения профиля почвы. В травостое многолетних трав, используемых на сено, масса корневой системы составляет 200-210 ц/га, на пастбище – 130-140 ц/га. В течение последних 15 лет на долголетнем культурном пастбище-заповеднике отмечается минимальная биологическая сработка торфяного слоя, благодаря сформировавшейся мощной дернине. В пересчёте на органическое вещество среднегодовая убыль торфа составила под пастбищным травостоем 1,32 т/га.

В процессе минерализации органического вещества торфа в атмосферу выделяется большое количество CO_2, часть которого приходится на «дыхание» корней растений. В период активного роста трав, в июне-июле, отмечена максимальная интенсивность «дыхания»: наибольшее выделение углекислого газа на долголетнем пастбищном травостое – 2,3 кг/га/ч, под многолетними травами на сено – 3,1 кг/га/ч, тогда как в чистом пару эмиссия равна 1,6 кг/га/ч. Здесь следует отметить, что значительная часть CO_2, выделяемого в процессе «дыхания», расходуется на фотосинтетическую реакцию и не способствует биологическому загрязнению атмосферы.

Использование минеральных удобрений в качестве подкормки пастбищного травостоя благоприятно сказывается на плодородии торфяной почвы. При внесении полного минерального удобрения в дозах $N_{90}P_{60}K_{90}$ отмечалось увеличение содержания азота по отношению к исходному состоянию в 1,5 раза, с 1,45 до 2,05 %. Запасы органического вещества в торфяной почве повышались в 1,2–1,3 раза в зависимости от доз вносимых удобрений: в исходном состоянии 562 т/га, после применения минерального удобрения в дозах $N_{90}P_{60}$ – 665,5 т/га, при внесении $N_{90}P_{60}K_{90}$ – 734 т/га. Баланс органического вещества в почве под пастбищным травостоем положительный (+13,3 т/га) за счет ежегодного поступления нестравленных растительных остатков, естественных выделений животных, выпасаемых на пастбище, и минимальной дефляции торфа. Многолетние травы способствовали улучшению физических и химических свойств почвы и наименьшей «сработке» органогенного слоя торфа (0,5 см) при сохранении высокой урожайности травостоя.

Альтернативным способом использования осушенных низинных торфяных почв на полностью сработанных участках или на торфянисто-глеевой почве являются мероприятия по вторичному лесовосстановлению. Лучшие результаты приживаемости и последующего развития древесной растительности были получены при посадке ели и сосны обыкновенной. С течением времени в посаженный хвойный древостой внедряются местные лиственные культуры: береза, осина, ива, рябина, крушина, малина – и в результате оформляется четко выраженная многоярусность лесных полос, которые становятся местообитанием грибов, ягод, боровой дичи и лесных зверей. Многолетняя хвойно-лиственная подстилка тщательно и надежно консервирует оставшиеся запасы торфа на выработанных торфяниках. Обследование показало, что в течение всего времени существования древостоя почвенный покров по физическим параметрам практически не изменился.

Оптимальным решением сохранения экологического равновесия в условиях посттехногенного болотного агроландшафта является комплексное использование всей выработанной территории с гармоничным сочетанием различных производственных направлении. Основным критерием предпочтительности при возделывании сельскохозяйственных культур является способность к сохранению торфяного слоя и органического вещества торфа. Увеличения общей биологической продуктивности лесолуговых болотных агроландшафтов возможно достичь при возделывании многолетних трав, которые оказывают положительное влияние на плодородие торфяной почвы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Проблемы и перспективы устойчивого развития торфяного дела в России : Материалы Международной науч.-практ. конф. – Тверь, 2018. – 156 с.

2. Функционирование болотных экосистем в южно-таёжной подзоне западной Сибири (результаты стационарных исследований) / Л. И. Инишева, Т. В. Дементьева, Н. Г. Инишев и др. // Проблемы и перспективы устойчивого развития торфяного дела в России. Материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Тверь, 2018. – С. 53–58.

3. Ковшова В. Н. Микроклимат торфяных почв и его влияние на продуктивность сельхозугодий / В. Н. Ковшова // Высокопродуктивные ландшафты на торфяных почвах : Материалы Междунар. науч-практ. конф., посвященной 95-летию основания Кировской лугоболотной опытной станции. – Киров: «Дом печати ВЯТКА», 2013. – С. 141–151.

УДК577.4: 631.53:539.12.04

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЁМЫ ЭКСПРЕСС-ОБРАБОТКИ СЕМЯН ПУСТЫННЫХ КОРМОВЫХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ АКТУАЛЬНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

Ахмадалиева Лола Хасановна, *Научно-исследовательский институт каракулеводства и экологии пустынь,* ***Республика Узбекистан****, г. Самарканд, uzkarakul30@mail.ru*
Саттарова Гульнора Асадуллаевна, *Научно-исследовательский институт каракулеводства и экологии пустынь,* ***Республика Узбекистан****, г. Самарканд, uzkarakul30@mail.ru*
Ахмадалиева Фарида Алишеровна, *Московский инженерно-физический институт,* ***Россия***

В данной статье разработан один из способов решения актуальных экологических проблем с помощью применения биотехнологических способов ***Ключевые слова:*** биотехнология, биотехнологические способы, γ —облучение, стимуляция, энергия прорастания.

SOLVING PRESSING ENVIRONMENTAL PROBLEMS THROUGH THE USE OF BIOTECHLOGY.

Akhmadalieva L. H., Sattarova G. A., Akhmadalieva F. A.

The article developed one of the ways to solve pressing environmental problems using biotechnological methods.

Key words: biotech logy, biotechnological techniques radiation, stimulation, germination energy.

Одним из наиболее перспективных и многообещающих направлений интенсификации сельского хозяйства является применение биотехнологических приёмов в ветеринарии, растениеводстве и каракулеводстве. Если до недавнего времени считалось, что достижения биотехнологии будут использованы в основном в медицине, то в последние годы заметно, что её успехи всё чаще оказывают влияние на сельское хозяйство.

В настоящее время биотехнология даёт прирост продукции в области зерновых культур, овощей и фруктов более чем на 20 %, соевых бобов до 50 %. Согласно данным, опубликованным комиссией по оценке новой технологии при конгрессе США, “коммерциализация биотехнологии”, ёмкость мирового рынка сортов растений оценивается примерно в 30 млрд. Однако, учитывая улучшение качества сортов за счёт новой биотехнологи и рост их популярности, можно предполагать расширение оборота на мировом рынке сортов в ближайшие годы, по крайней мере, в 10 раз. По оценке группы Freedom, мировой рынок сбыта сортов растений, полученных методами биотехнологии в 2000 г. составил около 95 млрд долларов [1].

Для получения высокопродуктивных сортов растений необходимы качественные семена. Известно, что основным критерием качества семян является их всхожесть. Для повышения всхожести семян применяют разные приёмы: физические, химические и биотехнологические. Так, с этой целью, А. С. Ионесова испытывала воздействие раствора хлористого марганца различной концентрации (0,01; 0,1; 1,0; 5,0 %) на всхожесть семян *Rheum tataricum*. При этом наблюдалась различная степень набухаемости семян (80; 68; 55; 48 % соответственно). При наименьшей в данном ряду концентрации раствора хлористого марганца семена набухали быстрее. Эти же семена, перенесенные в дистиллированную воду, проросли быстрее. Автор объясняет быструю всхожесть стимулирующим влиянием марганца на окислительные процессы, протекающие в семенах. Кроме того, на всхожесть семян могут влиять разные способы замочки. Существуют разные мнения о причинах ускорения прорастания после замочки. Преобладающей теорией является теория о том, что при замочке из семян удаляются защитные вещества, задерживающие прорастание.

А. С. Ионесова провела опыт по определению влияния постоянной и переменной замочки на семенах саксаула и кейрука. В контрольном опыте семена замачивали однократно и оставляли до прорастания, а в опытном варианте замачивали несколько раз в дистиллированной воде с обновлением фильтровальной бумаги в чашках Петри.

В результате было выявлено благоприятное действие как предварительной замочки, так и замочки в проточной воде для семян саксаула и кейрука. При этом увеличивалась всхожесть семян, а срок от момента замачивания до начала прорастания семян сокращался почти в три раза. Так, в опыте семена саксаула дали всхожесть 100 % на третий день от начала замачивания семян, на контроле же – 73 % на десятый день. У семян кейрука всхожесть составила 70 % на третий день проращивания и 30 % – на восьмой день [2]. Однако в данной работе испытывались химические стимуляторы и вода.

Целью исследования является применение биотехнологических приёмов для экспресс-обработки облученных семян пустынных кормовых растений. Определение энергии прорастания, лабораторной всхожести облученных и необлученных семян и длины корней проростков являются задачами данного исследования.

Для опыта использовались γ — облученные семена чогона (*Aellenia subaphulla* (C. A. Mey) Aellen) и семена изеня каменистого (*Kochia prostrate* (L.) Schrad), собранные с растений, выросших из облученных семян. Семена чогона облучались в январе 2007 г. в шестой серии эксперимента радиоизотопом (^{60}Co) в лаборатории радиобиологии УзНИИ ветеринарии на γ –установке ГУБЭ–6000 по методике данной лаборатории. Замачивание проводили в стерильном растворе препарата «Бионорм» , изготовленного по методу академика В. П. Филатова в модификации Ш. Б. Ата-Курбанова (2004 г.) на основе экстракта плаценты, предназначенного изначально для применения на животных с ветеринарной целью. Данный препарат богат карбоновыми кислотами, аминокислотами (метионин, тирозин), а также определённым количеством витаминов А и С.

Семена изеня замачивали в чашках Петри в трёхкратной повторности по 50 шт. в 10 мл раствора, контроль замачивали в 10 мл воды. Облученные семена чогона «малой» дозой – 1–3 кГр – замачивали в мутном растворе-суспензии и в осажденном – “супернатате”. Контролем служили семена, замоченные в воде. Семена оставляли на 24 час в термостате для проращивания семян, затем высаживали на ложе из бархатного песка и на фильтровальную бумагу, где их проращивали при температуре + 20 ^{0}С. На третий–пятый дни проращивания определяли энергию прорастания, на второй–пятый дни определяли длину корней проростков, а на двенадцатый день определяли лабораторную всхожесть. Результаты исследований отражены на диаграммах 1 и 2.

Диаграмма 1 – Энергия прорастания, лабораторная всхожесть, длина корней проростков семян и зародышей семян чогона

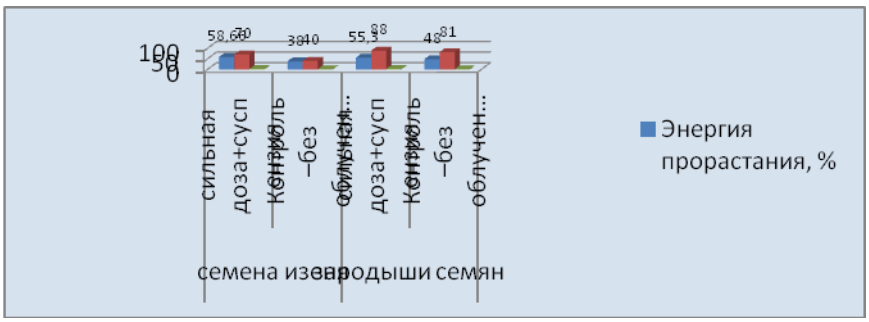


Диаграмма 2 – Энергия прорастания, лабораторная всхожесть, длина корней проростков семян и зародышей семян изеня

Энергия прорастания – важный показатель качества семян. Семена с хорошей энергией прорастания дают более дружные всходы, чем семена с одинаковой с ними окончательной всхожестью, но с меньшей энергией прорастания [3]. Результаты, приведенные в диаграммах, показывают, что обработка семян гамма – облучением и суспензией препарата «Бионорм», увеличивает энергию прорастания облученных малой дозой семян чогона на 2–3 %, а у зародышей семян чогона, облученных сильной дозой, произошла стимуляция энергии прорастания на 13 %. Кроме того, лабораторная всхожесть облученных малой дозой и суспензией препарата семян чогона увеличилась на 6 %, а при обработке супернататом – на 4 %. При обработке суспензией зародышей облученных сильной дозой семян чогона лабораторная всхожесть увеличилась на 25 % по сравнению с контролем.

Для семян изеня, собранных с растений, выросших из семян, облученных сильной дозой, энергия прорастания на третьи сутки составила 58,66 + 3,16 против 38,0 ± 3,63 % в контроле. Для зародышей этих же семян, также обработанных суспензией, энергия прорастания на третьи сутки составила 55,3 ± 4,02 против 48,0 ± 5,49 % в контроле. Лабораторная всхожесть семян изеня, собранных с растений, выросших из семян, облученных сильной дозой и обработанных суспензией препарата, составила 88,0 ± 6,28, а в контроле – 81,0 ± 0,98 %, т. е. срок прорастания семян сократился почти в 2–3 раза. Кроме того, наблюдалась стимуляция развития корневой системы проростков. Длина корней опытных проростков при обработке облученных суспензией препарата семян чогона на пятые сутки превысила контроль в 1,31, а у зародышей на второй день проращивания – в 1,34 раза. Длина корней опытных проростков семян изеня и зародышей превысила контроль в 1,6 раза, что, по-видимому, связано с интенсивностью дыхания семян и активностью пероксидазы, каталазы, метионина и тирозина.

Было также отмечено, что в процессе обработки семян препаратом раствор спустя сутки светлел, а вода в контроле желтела. Мы связываем это явление с возможным вымыванием ингибиторов, задерживающих прорастание семян. Можно предположить, что облученные семена чогона, плохо прорастающие в лабораторных условиях, увеличили энергию прорастания благодаря аминокислотам, которыми богат препарат «Бионорм». Кроме того, наличие витамина С могло оказать активизирующее действие на вещества типа ауксинов за счёт участия аскорбиновой кислоты в процессе дыхания и регулирования окислительно-восстановительного потенциала растительных тканей.

Таким образом, установлено, что энергия прорастания и лабораторная всхожесть семян изеня и чогона в результате облучения и обработки препаратом «Бионорм» увеличивается на 8–20 %, а длина корней проростков увеличивается в 1,3–1,6 раза, что имеет важное значение для быстрого укоренения проростков в условиях пустынь, повышая выживаемость растений и полевую всхожесть семян пустынных кормовых растений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Biotechnology News. – Vol. 8. – № 2. – P. 7.

2. Гаевская Л. С. Семеноводство пустынных пастбищных растений / Л. С. Гаевская. – Ташкент : ФАН, 1974. – 61 с.

3. Ионесова А. С. Физиология семян дикорастущих пустынных растений / А. С. Ионесова. – Ташкент : ФАН, 1979. – С. 88–89.

УДК 574.3/631.92. 639.11/.16

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ БЕЛАРУСИ И РОЛЬ БОБРА РЕЧНОГО *(CASTOR FIBER* L.*)* В ПОВТОРНОМ ИХ ЗАБОЛАЧИВАНИИ

Лях Юрий Григорьевич, *доктор ветеринарных наук, профессор, УО «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета,* ***Республика Беларусь****, г. Минск, Yury_liakh.61@mail.ru*

Шапрунов Никита Русланович, *УО «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета,* ***Республика Беларусь****, г. Минск, Yury_liakh.61@mail.ru*

Всегда в Беларуси знали цену земли. В период вхождения нашей республики в состав СССР вся земельная площадь использовалась по назначению, тогда же возник дефицит посевных площадей. В первую очередь навели порядок с небольшими участками закустаренных площадей, а впоследствии перешли к осушению болотных массивов и заболоченных пойм рек и озер. Распад Советского Союза не позволил в полной мере использовать мелиорированные территории, часть из них утратили хозяйственное значение и вступили в процесс обратного заболачивания. Повторному заболачиванию во многом способствует речной бобр, популяция которой в охотничьих хозяйствах Беларуси насчитывает около 80 тысяч особей.

Ключевые слова: экологическая реабилитация, мелиоративные системы, повторное заболачивание, бобр речной, биологические индикаторы, брюхоногие моллюски.

ENVIRONMENTAL CONDITION OF BELARUSIAN RECLAINED TERRITORIES AND THE ROLE OF RIVER BEAVER (CASTOR FIBER L) IN THEIR REPEATED WATERING

Lyakh Y. G., Shaprunov N. R.

Belarus has always known the value of land. During the period when our republic became part of the USSR, the entire land area was used for its intended purpose, at the same time there was a shortage of sown area. First of all, they put things in order with small areas of cultivated areas, and subsequently switched to draining swamp massifs and swampy floodplains of rivers and lakes. The collapse of the Soviet Union did not allow the full use of reclaimed territories, some of them lost their economic significance and entered into the process of backwetting. Repeated waterlogging is largely facilitated by the river beaver, which in the hunting farms of Belarus, there are about 80 thousand individuals.

Key words: ecological rehabilitation, reclamation systems, repeated waterlogging, river beaver, biological indicators, gastropod mollusks.

История мелиорации в Беларуси затрагивает средину 19 в., хотя выборочно и в более ранний период проводилось осушение небольших переувлажненных территорий. Естественно все работы проводились в ручную, и осушительные системы состояли исключительно из сети каналов различной ширины и продолжительности. Осушению трясин зачастую предшествовало прокладывание дорог через болотистые места. В частности, в Беларуси до сих пор сохранились дороги, построенные в далеком 1576 г. войском Стефана Баторыя, которое проходило по территории теперешнего Докшицкого района Витебской области, между деревнями Мильча, Вардомичи и Чисти-Мильчанские, которые расположены на реке Вилия.

До настоящего времени там присутствуют следы каналов, плотин-настилов, которые были построены из больших дубовых досок для обеспечения переправы войск через прибрежные болота и трясины. Стефан Баторий в войне против Москвы в 1579 году в своих походах на Полоцкое княжество вел войска к оборонительному замку в Чашниках, откуда, как знаем, развивал дальнейшие военные действия. Он выбрал дорогу по неизвестной части страны, продвигаясь через которую должен был то и дело строить мосты, насыпать плотины, продираться через дикие и густые леса и болота. При переходе из Долгинова в Чашники поселение Мильч оказался на его пути. Здесь король со всей свитой остановился на несколько дней, где вынужден был строить переправу через реку Вилию и непроходимые болота, расположенные на ее левом берегу.

Увидев тут непроходимые болота и торфяные трясины, в которых тонули люди и скот, имея за собой неприятельские войска и опасаясь их нападения, король очень нуждался в быстром проложении удобной и безопасной дороги через эти болота. Для этого приказал доставить тысячи людей и коней, чтобы построить плотину-настил за одну ночь. Расколотые деревянные доски укладывались на поверхность болота, а на них высыпался привезенный в мешках песок.

Как было ранее сказано, в период вхождения Беларуси в состав СССР болота, упомянутые в летописях, были частично осушены и использовались под посевы сельскохозяйственных культур, часть из них служили полигоном для добычи торфа. В настоящий период природа пытается исправить ошибки, допущенные человеком. Бобр речной, популяция которого в указанных местах довольно многочисленная, путем построения плотин возвращает этому региону прежний вид (рисунок 1).

Рисунок 1 – Платина, возведенная бобром речным на мелиоративном канале (фото Ю. Г. Ляха, 2019 г.)

Правда, период этот очень продолжительный. Не одно поколение людей должно смениться пока все обретет свой первозданный вид. Особенно пострадали места, где проводилась бесконтрольная выборка торфа. Цели были благими: добыть большие объемы торфа, столь полезного в сельском хозяйстве и качестве топлива, а в впоследствии использовать осушенные территории как сельскохозяйственные. К сожалению, тогда еще не было четких представлений о том, какую роль играет болото в экосистеме. Сейчас не ставиться под сомнение многогранная роль болот в сохранении биоразнообразия и поддержании экологического равновесия на земле.

В Беларуси насчитывается более 11 тысяч озер. Протяженность рек, протекающих по территории республики, около 90 тысяч км. Все это поддерживает относительно постоянный водный баланс не только в стране, но и Европе в целом. Широко развитая сеть мелиоративных каналов и наличие искусственно созданных водоемов позволяет вести речь о стране, где обитают многочисленные виды водоплавающих птиц и околоводных зверей. Поэтому человек всегда селился возле воды, поскольку водоемы и их прибрежные зоны обеспечивали его в значительной степени пищевыми ресурсами. Речной бобр всегда вызывал у человека повышенный интерес, так как продукция бобрового промысла пользовалась усиленным спросом [1, 2]. Об этом свидетельствуют летописи, грамоты, указы, археологические находки в местах раскопок, а также сохранившиеся древние названия населенных пунктов, рек, озер. Нынешнюю Беларусь заселяет европейский вид речного бобра *(Castor fiber L).* Из них восточноевропейский подвид бобра следует считать характерным и для популяции Беларуси.

С установлением советской власти в 1920 г. бобр был взят под охрану государства, а в 1925 г. с этой целью создан Государственный Березинский заповедник. Благодаря охранным

мероприятиям уже в 30-е годы XX в. в Беларуси насчитывалось более 300 бобров, а перед Великой Отечественной войной их численность оценивалась примерно в 6–8 тысяч особей. К концу 60-х годов численность бобра в республике увеличилась до 21–30 тысяч. Беларусь тогда являлась естественным бобровым резерватом Советского Союза, так как здесь обитало более 50 % всей его численности.

Мероприятия, направленные на восстановление вида (охрана и запрет добычи, создание заповедника, реакклиматизация и др.), а также проводимые крупномасштабные гидромелиоративные работы по преобразованию лесных и сельскохозяйственных угодий способствовали быстрому расселению животных и росту их численности. В связи с перенаселенностью угодий в некоторых местах возникла необходимость регулирования численности бобра, иначе истощались кормовые ресурсы или ощущался ущерб от жизнедеятельности этого вида. Поэтому с 1963 г. в Беларуси было начато промысловое использование запасов речного бобра. Неосвоение охотничьих запасов популяций речного бобра привело к перенаселению основных местообитаний животных, затем они освоили все пригодные мелиоративные системы, искусственные водоемы, прочие водные объекты. В последние годы бобры разрушают берега каналов, дамбы, дороги и т. п., забивают шлюзы, используя их как плотины, и влияют на гидрорежим мелиоративных систем [3, 4]. Таким образом, первоначальное предназначение мелиоративных и прочих водных объектов утратилось и тем самым снизился экономический эффект от вложенных средств (рисунок 2).

Рисунок 2 – Плотина, сооруженная бобрами. Уровень воды 1,2 метра (фото Ю. Г. Ляха, 2019 г.)

В настоящее время Беларусь выступает регионом, где можно наблюдать большое количество заболоченных территорий. Это связано с характерными особенностями ландшафта страны, ведь в большей степени Беларусь представляет собой низину. Ко всему средняя высота над уровнем моря составляет 160 м, имеет умеренно континентальный климат с частыми атлантическими циклонами.

Если говорить об обитателях вновь заболачиваемых экосистем, то во многом мы будем обязаны тем представителям фауны, которые по своей сущности являются биологическими индикаторами происходящих восстановительных процессов. По результатам наблюдений за их жизненным циклом мы сможем судить о динамике заболачивания природных территорий. Одними из первых в числе биоиндикаторов могут стать представители *Gastropoda*. Причиной такого выбора стал тот факт, что моллюски являются биологическими объектами которые достаточно быстро реагируют на загрязнители окружающей среды. Это связано с их относительно высокой чувствительностью к антропогенным факторам, кроме всего, возможность исследования раковины некоторых этих представителей позволяет проводить исследования и анализировать полученные результаты в рамках больших отрезков времени.

ЛИТЕРАТУРА

1. Востоков Е. К. Экологические основы добычи бобра в Беларуси / Е. К. Востоков, Ю. Г. Лях, А. В. Морозов // Лесное и охотничье хозяйство : научный, производственно-практический журнал, № 3 (128). – 2014. – Минск : СООО «Эволайн», 2013. – С. 8–11.

2. Востоков Е. К. Рациональное использование ресурсов бобра в лесном фонде Беларуси / Е. К. Востоков, Ю. Г. Лях, А.В. Морозов // Чтения памяти профессора И.И. Барабаш-Никифорова : Современные проблемы зоологии и паразитологии : VIII Междунар. заоч. конф. 10 марта 2016 г. Воронеж, 2016. – С. 30–35.

3. Лях Ю. Г. Изучение поведенческих актов бобра речного в период снижения уровня грунтовых вод / Ю. Г. Лях, А. В. Морозов // Сахаровские чтения 2016 года: экологические проблемы XXI-го века: 16-я Междунар. науч. конф., 19–20 мая 2016. – Минск. С. 177–178.

4. Лях Ю. Г. Использование ресурсов бобра в Беларуси / Ю. Г. Лях, Е. К. Востоков // Географические аспекты устойчивого развития регионов : Междунар. науч.-практ. конф. 23–24 марта 2017 года, г. Гомель. – С. 517–522.

УДК 631.811.93 : 631.452

ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ СОЕДИНЕНИЙ КРЕМНИЯ В ПОЧВАХ И ИХ УЧАСТИЕ В ФОРМИРОВАНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПОЧВЕННО-ПОГЛОЩАЮЩЕГО И ПОЧВЕННО-БИОТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСОВ

Козлов Андрей Владимирович, *кандидат биологических наук, ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный педагогический университет имени К. Минина»,* ***Россия****, г. Нижний Новгород, a_v_kozlov@mail.ru*

Куликова Алевтина Христофоровна, *доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина»,* ***Россия****, г. Ульяновск, agroec@yandex.ru*

Уромова Ирина Павловна, *доктор сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный педагогический университет имени К. Минина»,* ***Россия****, г. Нижний Новгород, uromova2012@yandex.ru*

В работе представлен краткий обзор классических представлений и современных тенденций в изучении экологии кремниевых соединений в почве и системе «почва – растение», а также показаны основные задачи становления их роли в формировании экологической устойчивости почвенно-поглощающего комплекса и микробиоты почвы.

Ключевые слова: соединения кремния в почве, экологическая устойчивость почвы, почвенно-поглощающие комплекс, почвенная микробиота.

FUNCTIONALITY OF SILICON COMPOUNDS IN SOILS AND THEIR PARTICIPATION IN FORMATION OF ENVIRONMENTAL STABILITY OF SOIL ABSORBING AND SOIL BIOTIC COMPLEXES

Kozlov A. V., Kulikova A. H., Uromova I. P.

The paper provides a brief overview of classical perceptions and current trends in study of ecology of silicon compounds in soil and the soil-plant system, and shows main challenges of their role in shaping ecological sustainability of soil absorbing complex and soil microbiota.

Keywords: compounds of silicon in soil, ecological sustainability of soil, soil absorbing complex, soil microbiota.

В настоящее время изучение функциональной роли соединений кремния в физиологии сельскохозяйственных культур, в химии, микробиологии и плодородии почвы, а также в аспектах производства качественной и экологически безопасной продукции растениеводства страны остается одним из актуальных и востребованных на практике агропочвоведения и растениеводства [4, 24].

Интенсивное земледелие зачастую нарушает баланс питательных элементов, поскольку значительная их часть ежегодно безвозвратно отчуждается с урожаем культурных растений. Это неблагоприятное явление касается и баланса доступного кремния в почве. В частности, по расчетам В. В. Матыченкова [20], ежегодно в мире только кремния безвозвратно отчуждается урожаем сельскохозяйственных культур более, чем 200 млн тонн. Поскольку данный элемент является не только питательной составляющей растений, но и конструктивным биогеохимическим веществом почвенного профиля, дефицит кремния вызывает ряд негативных последствий в агроценозе. Так, дефицит монокремниевых кислот, растворимых полисиликатов и снижение содержания аморфного кремнезема в почве приводят к разрушению ее органоминеральных комплексов, усилению деградации органического вещества и ухудшению минералогического состава. При высоком дефиците подвижных силикатов почва становится обедненной в части органо-минеральной трансформации вещества. Причиной тому является снижение реакционной активности в ППК, которая обеспечивается в том числе коллоидными кремнийсодержащими реакционно-активными центрами. Поэтому, для предотвращения деградации пашни, поддержания оптимального баланса монокремниевой кислоты в ППК и с целью обеспечения уровня ее содержания, достаточного для питания растений, современные ученые и практики сельского хозяйства считают целесообразным постепенное введение в систему удобрения культур применение кремнийсодержащих веществ в качестве мелиорантов [6, 9, 14].

С точки зрения биогеохимии по геохимической классификации кремний относится к условно невыводимым элементам с циклически возобновляемым базисом во всех оболочках планеты, за исключением атмосферной. При этом биогеохимия кремния определяется его участием в сложном органоминеральном преобразовании вещества, переходными планетарными слоями для которого являются гидро- и педосфера [1, 16, 23].

В результате выветривания кремниевых минералов, а также минерализации растительных остатков анионы различных кремниевых кислот, в частности SiO_4^{4-} и SiO_3^{2-}, многомерные анионы мета-, орто- и полисиликатов натрия, калия, кальция, магния и других элементов переходят в почвенный раствор и грунтовые воды. При этом одна часть растворенного кремнезема вновь используется растениями и другими организмами в своем питании, другая часть осаждается в виде гидратированных аморфных осадков ($SiO_2 \times nH_2O$), третья часть мигрирует по почвенному профилю и вымывается из почвы [11, 26].

Роль соединений кремния в почвах Д. С. Орлов (1992) сводит к следующим основным положениям [8, 23]:

1) кремниевые вещества в подавляющем большинстве типов почв создают физическую основу почвенной массы, выполняя тем самым важную конструктирующую экологическую функцию в сложении почвенного профиля;

2) количественное распределение силикатов по эдафотопу почвенного профиля служит одним из главных показателей почвообразовательных процессов. По соотношению оксида кремния и полуторных окислов (SiO_2 : R_2O_3) в минералогическом составе и почвенно-поглощающем комплексе различают основные типы почвообразующих пород;

3) с соединениями кремния непосредственно связаны многие свойства почвы. От содержания и состава алюмосиликатов зависят такие агрономически важные почвенные характеристики, как поглотительная способность и емкость катионного обмена, а также связность, липкость, набухаемость и влагоудерживающая способность. В частности, в тяжелосуглинистых и глинистых почвах наличие инертного кварца положительно воздействует на их водно-воздушный режим, формируя рыхлость сложения. В то же время наличие глинистых частиц в легких почвах определяет состояние ППК и его функциональную активность в отношении обменных процессов.

В настоящее время по подвижности кремниевых соединений в почве различают три основные группы веществ: монокремниевые кислоты, поликремниевые кислоты и кремнийорганические соединения [16, 18]. При этом самыми распространенными формами монокремниевой кислоты в природе являются ортокремниевая кислота H_4SiO_4 и ее производные. Сре-

ди подвижных соединений кремния ее, как наиболее химически изученную, отличает наличие физико-химической активности и высокое влияние на биогеохимические процессы, происходящие в почвах.

Известно, что кремний почвы и удобрений влияет на подвижность некоторых элементов питания культурных растений. Так, силикат-ионы при определенных условиях способны вытеснять различные анионы фосфора (PO_3^-, $H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-} и PO_4^{3-}) из труднорастворимых фосфатов почвы и удобрений. При этом происходит постепенный переход малоподвижных форм фосфора в доступные соединения [25]. Кроме того, подвижные силикаты способны взаимодействовать с щелочноземельными металлами солей угольной кислоты и осаждать их карбонаты в почве по химическому типу поглощения, что явно способствует сохранению фосфора в растворенном виде. Поэтому кремнийсодержащие удобрения и мелиоранты улучшают фосфорное питание растений, что, несомненно, важно в системе удобрения культур [19, 21].

Наличие в ППК анионов кремниевой кислоты способно играть экологическую роль в отношении некоторых токсичных веществ. Так, силикатные ионы (SiO_3^{2-}, SiO_4^{4-}), связывая катионы тяжелых металлов (Hg, Pb, Cd, Zn, Ni и другие), способны осаждать их в виде нерастворимых соединений. Поэтому применение кремнийсодержащих веществ имеет особую значимость при химической мелиорации земель, загрязненных радионуклидами и тяжелыми металлами [2, 3].

Присутствие кремния в почве положительно сказывается и на ее основных физических и физико-химических свойствах. За счет химического образования кремниевых «мостиков» между микрочастицами минералов происходит связывание структурных отдельностей почвы, что повышает ее агрегированность, влагоемкость и буферность. С другой стороны, за счет коагуляции почвенных коллоидов кремний увеличивает водопроницаемость почвы, что улучшает условия роста и развития растений. Кроме того, кремний в почвенно-поглощающем комплексе образует активные адсорбционные и реакционно-активные центры за счет образования в мицеллах коллоидов большого количества свободных радикалов силикат-ионов, на которых, в свою очередь, способны закрепляться питательные элементы, органические соединения, микроорганизмы и ферменты [7, 12, 14, 17].

Усвоение кремнезема из почвенного раствора живыми организмами сводится к тому, что многие из них (в частности, диатомовые водоросли, радиолярии, насекомые, низшие и высшие растения) активно поглощают кремний и используют его в своих физиологических процессах, затем полимеризуют в биогенный опал и переводят в вещество покровов, панцирей, фитолитов, кутикулы, воскового налета у плодовых культур, чешуй зерновок у злаковых растений и другие органо-минеральные биологические образования [15, 22, 24].

В отношении изучения влияния природных кремнийсодержащих мелиорантов на биологическую активность почвы и, в частности, на изменение в ней численности агрономически ценных микроорганизмов и ее ферментативной активности, сегодня актуальность данных вопросов сопоставима с ранее рассмотренными вопросами их агроэкологической ценности [5, 16]. Кроме того, сопоставление результатов изменений некоторых характеристик биокосной и живой составляющих почвы от кремнийсодержащих материалов, применяемых в конкретных почвенно-климатических условиях, на данный момент малодоказательно для выведения закономерностей более высокого уровня – это возможное микробиологическое и биохимическое преобразование C-, N-, P-, K- и Si-циклов вещества [10, 11]. В настоящее время вопросы физико-химических, микробиологических и биохимических изменений при взаимодействии активных кремниевых веществ в системе «почва – растение» остаются актуальными в различных почвенно-климатических условиях страны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безуглова О. С. Биогеохимия / О. С. Безуглова, Д. С. Орлов. – Ростов н/Д : «Феникс», 2000. – 320 с.

2. Белоусов В. С. Цеолитсодержащие породы Краснодарского края в качестве инактиваторов тяжелых металлов в почве / В. С. Белоусов // Агрохимия. – 2006. – № 4. – С. 78–83.

3. Бочарникова Е. А. Кремниевые удобрения и мелиоранты: история изучения, теория и практика применения / Е. А. Бочарникова, В. В. Матыченков, И. В. Матыченков // Агрохимия. – 2011. – № 7. – С. 84–96.

4. Бочарникова Е. А. Кремниевые удобрения: прошлое, настоящее, будущее / Е. А. Бочарникова, В. В. Матыченков // Проблемы истории, методологии и философии почвоведения. – Пущино, 2007. – Т. 2. – С. 397–400.

5. Бочарникова Е. А. Сравнительная характеристика некоторых кремниевых удобрений / Е. А. Бочарникова, В. В. Матыченков, А. Г. Погорелов // Агрохимия. – 2011. – № 11. – С. 25–30.

6. Васильева Н. Г. Оценка эффективности трепела как почвенного мелиоранта / Н. Г. Васильева // Проблемы агрохимии и экологии. – 2017. – № 3. – С. 24–30.

7. Голованов Д. Л. Кремний – незаменимый макроэлемент питания природных и культурных злаков / Д. Л. Голованов // Удобрения и химические мелиоранты в агроэкосистемах. – М. : МГУ, 1998. – С. 247–250.

8. Добровольский Г. В. Экология почв. Учение об экологических функциях почв / Г. В. Добровольский, Е. Д. Никитин. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 2012. – 412 с.

9. Ермолаев С. А. Эффективность применения силикатных форм химических мелиорантов / С. А. Ермолаев, И. А. Шильников, Н. И. Аканова // Плодородие. – 2004. – № 2. – С. 13–16.

10. Козлов А. В. Значение микроорганизмов в поддержании устойчивости почв к воздействию антропогенных факторов / А. В. Козлов, О. В. Селицкая // Вестник Мининского университета. – 2015. – № 3 (11). – С. 27.

11. Козлов А.В. Роль и значение кремния и кремнийсодержащих веществ в агроэкосистемах / А. В. Козлов, А. Х. Куликова, Е. А. Яшин // Вестник Мининского университета. – 2015. – № 2 (10). – С. 23.

12. Козлов А. В. Экологическая оценка влияния диатомита на фитоценоз и состояние почвенно-биотического комплекса светло-серой лесной легкосуглинистой почвы: дисс. … канд. биол. наук: 03.02.08 / А. В. Козлов. – Н. Новгород, 2013. – 182 с.

13. Кремнезем в системе почва – растение / Я. М. Аммосова [и др.] // Агрохимия. – 1990. – № 10. – С. 103-108.

14. Лобода Б. П. Диатомиты и трепелы как почвоулучшители и источники биогенных элементов / Б. П. Лобода, Н. Н. Яковлева // Плодородие. – 2003. – № 5. – С. 11–14.

15. Лобода Б. П. Применение цеолитсодержащего минерального сырья в растениеводстве / Б. П. Лобода // Агрохимия. – 2000. – № 6. – С. 78–91.

16. Матыченков В. В. Биогеохимический цикл Si в системе почва – растение / В. В. Матыченков, Е. А. Бочарникова // Функции почв в биосферно-геосферных системах. – М., 2001. – С. 100–110.

17. Матыченков В. В. Влияние кремниевых удобрений на растения и почву / В. В. Матыченков, Е. А. Бочарникова, Я. М. Аммосова // Агрохимия. – 2002. – № 2. – С. 86–93.

18. Матыченков В. В. Градация почв по дефициту доступного растениям кремния / В. В. Матыченков // Агрохимия. – 2007. – № 7. – С. 22–27.

19. Матыченков В. В. Определение доступного растениями кремния в почвах / В. В. Матыченков, Е. А. Бочарникова, Я. М. Аммосова // Агрохимия. – 1997. – № 1. – С. 76–80.

20. Матыченков В. В. Роль подвижных соединений кремния в растениях и в системе почва-растение : автореф. дис…докт. биол. наук : 03.00.12, 03.00.27 / Матыченков В. В. – Пущино, 2008. – 34 с.

21. Матыченков И. В. Изменение содержания подвижных фосфатов почвы при внесении активных форм кремния / И. В. Матыченков, Е. П. Пахненко // Вестник УГСХА. – 2013. – № 3 (23). – С. 24-28.

22. Матыченков И. В. Подвижные кремниевые соединения в системе почва–растение и методы их определения / И. В. Матыченков, Д. М. Хомяков, Е. П. Пахненко, Е. А. Бочарни-

кова, В. В. Матыченков // Вестник Московского университета. Сер. 17. Почвоведение. – 2016. – № 3. – С. 37–46.

23. Орлов Д. С. Химия почв / Д. С. Орлов. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1992. – 400 с.

24. Самсонова Н. Е. Кремний в растительных и животных организмах / Н. Е. Самсонова // Агрохимия. – 2019. – № 1. – С. 86–96.

25. Самсонова Н. Е. Роль кремния в формировании фосфатного режима дерново-подзолистых почв / Н. Е. Самсонова // Агрохимия. – 2005. – № 8. – С. 11–18.

26. Шеуджен А. Х. Биогеохимия / А. Х. Шеуджен – Майкоп : ГУРИПП «Адыгея», 2003. – 1028 с.

УДК 631.472+58.051

МОРФОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ АВТОМОРФНЫХ ПОЧВ В ПЕРИОД ИХ ПОСТАГРОГЕНЕЗА НА ПРИМЕРЕ ПОШЕХОНСКОГО РАЙОНА ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ, ВЕРХНЯЯ ВОЛГА

Симонова Юлия Владимировна, *Санкт-Петербургский государственный университет,* ***Россия****, г. Санкт-Петербург,* uvsim@yandex.ru

Русаков Алексей Валентинович, *доктор географических наук, профессор, Санкт-Петербургский государственный университет,* ***Россия****, г. Санкт-Петербург,* a.rusakov@spbu.ru

Мирин Денис Моисеевич, *кандидат биологических наук, Санкт-Петербургский государственный университет,* ***Россия****, г. Санкт-Петербург,* mirin_denis@mail.ru

Рассмотрены некоторые особенности морфологического строения постагрогенных горизонтов дерново-подзолистых почв молодых залежей (10-30 лет) южной тайги. На фоне отчетливо выраженных сохранившихся бывших агрогоризонтов в них выделены признаки, типичные для луговой стадии зарастания пашни, диагностирующие усиление дерновых процессов, активности макрофауны. Сравнение их с пахотными аналогами обследования 1988-1990 гг. показало нарастание степени гидроморфизма исходно автоморфных почв.

Ключевые слова: дерново-подзолистые почвы, залежи, изменение климата, переувлажнение, южная тайга

DYNAMICS OF THE MORPHOLOGICAL PROPERTIES OF POSTAGROGENIC SOILS WITHIN WELL-DRAINED WATERSHED: A CASE STUDY FROM POSHEKHONSKY DISTRICT (YAROSLAVL OBLAST, UPPER VOLGA)

Simonova U. V., Rusakov A. V., Mirin D. M.

Some features of the morphological structure of post-agrogenic horizons of Albic Retisols on 10–30 years set-aside land of the southern taiga were considered. Besides the evidence of Aric horizons signs typical of a meadow stage of arable land overgrowth were distinguished. Such signs diagnose an increase in humus accumulation processes and higher activity of living organisms. Comparison with arable analogues of the soil survey in 1988–1990th showed an increase in the degree of waterlogging processes.

Key words: Albic Retisols, postagrogenic soils, climate change, waterlogging, southern taiga.

Морфологические признаки постагрогенной трансформации почв изучались на территории Пошехонского района Ярославской области. Область расположена в центре Восточно-Европейской равнины, в бассейне Верхней Волги. В геоморфологическом отношении район исследований относится к Шекснинско-Костромскому междуречью и характеризуется слабой и средней расчлененностью рельефа.

В целом климат Ярославской области является благоприятным для успешного развития земледелия, чем обусловлена высокая степень распаханности территории. Значительная часть площади пашни в постперестроечный период была заброшена, и ранее пахотные почвы на сегодняшний день проходят период восстановительной сукцессии.

Морфологические признаки почв оценивались на примере 10 разрезов, заложенных в августе–сентябре 2019 г. Исследованные разрезы почвы представлены разновозрастными залежными почвами (до 30 лет). Морфологическое описание разрезов и почвенных образцов проводилось на макроуровне. Названия почв давались в соответствии с Классификацией и диагностикой почв России 2004 г. [1]. Для оценки изменений морфологических признаков почв за прошедший период их постагрогенеза почвы сравнивались с соответствующими пахотными аналогами, описанными и опробованными в тех же самых точках в период крупномасштабного почвенного обследования землепользований хозяйств в 1988–1990 гг.

Большая часть исследованных почв представлена агродерново-подзолистыми почвами или агроземами текстурно-дифференцированными в случае, когда в подпахотной части профиля не читались горизонты EL и/или BEL. При залегании на легких супесчаных породах почвы были классифицированы как агроземы светлые. Строение профилей современных почв приведено на рисунке1.

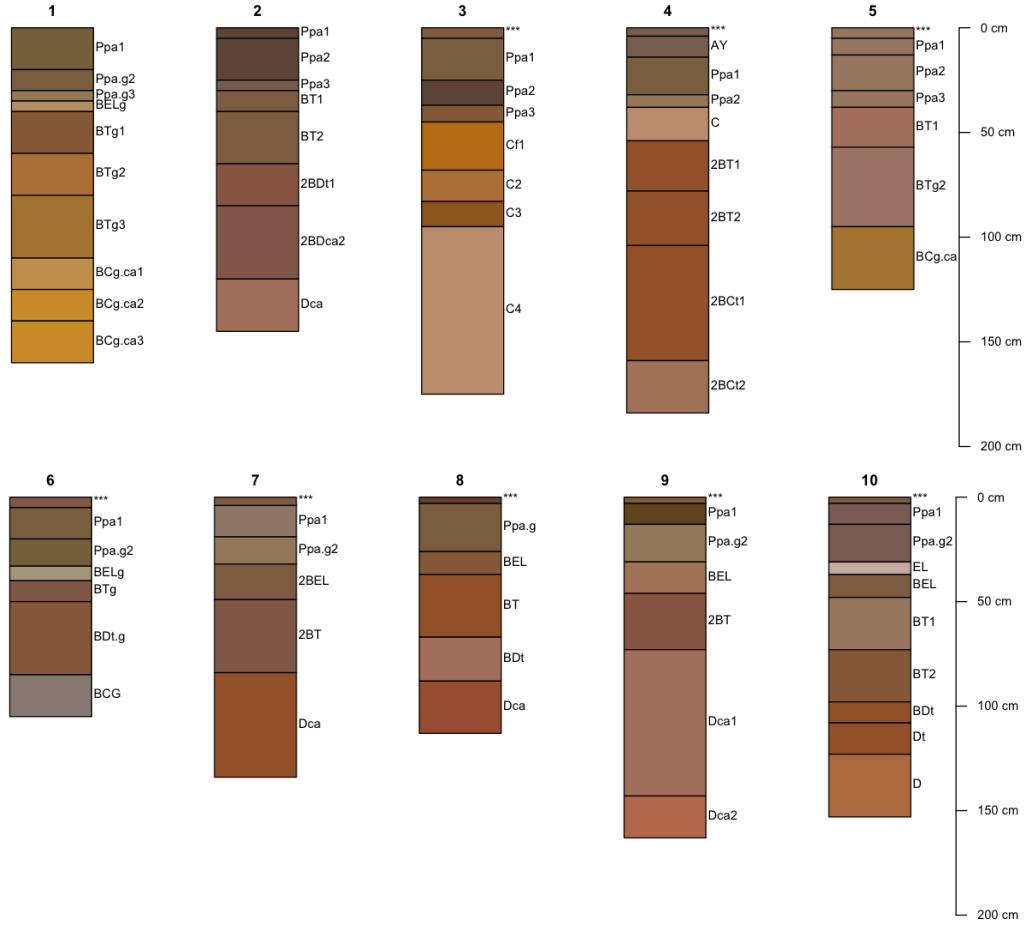


Рисунок 1 – Строение почвенных профилей. Профили построены с помощью пакета AQP в программной среде R. Цвета горизонтов, определенные по шкале Munsell, конвертированы в RGB коды. Горизонты дернины при их наличии в профиле отмечены ***.

В рельефе все исследованные почвы занимали дренированные позиции и ранее, при картографировании в 1988–1990 гг., были определены как автоморфные. При их описании не было отмечено признаков поверхностного переувлажнения и/или глубокого оглеения. Морфологический анализ почвенных профилей, обследованных в 2019 г., выявил наличие как характерных эволюционных признаков постагрогенных почв, так и хорошо сохранившегося агрогенеза в виде следов известкования и запашки нижележащих минеральных горизонтов. Наиболее существенные изменения коснулись гумусовой (бывшей пахотной) толщи профилей. Как правило, она стратифицирована на горизонты, а мощность слоя, имеющего признаки естественного гумусового горизонта, зависит от возраста залежи. В пределах 30–40 см

слоя выделялось 2–3 горизонта (Ppa1–Ppa3), различающихся по степени проявления признаков восстановительной сукцессии и влияния бывшего агрогенеза.

Нами был отмечен ряд признаков, типичных для эволюции дерново-подзолистых почв на залежах под лугом [2]. Во-первых, в горизонтах дернины и Ppa1 при преобладании комковатой структуры часто наблюдалась угловатость граней агрегатов, свойственная зернистому типу, тогда как нижележащие горизонты Ppa2 и Ppa3 обладали комковато-плитчатой структурой или имели тенденцию к плитчатости. Во-вторых, присутствовали следы активной роющей деятельности и высокая мощность вертикального профиля макрофауны. Четких признаков восстановления подзолистого процесса на макроуровне мы не наблюдали, так как элювиальные горизонты практически на всю свою глубину были вовлечены ранее в распашку и в большинстве случаев сохранились только их фрагменты. Некоторые признаки постагрогенной трансформации гумусовой толщи, отмеченные нами при полевом описании, приведены в таблице 1.

В 7 из 10 исследованных исходно автоморфных почвах обследование 2019 г. выявило признаки переувлажнения. В зависимости от характера почвообразующей породы почвы в разной степени интенсивно реагируют на изменение водного режима. Более дренированными среди рассмотренных являются почвы на озерных супесях и озерно-ледниковых песках (разрезы 3, 4). В разрезах залежных почв на покровных суглинках и двучленах (1, 5–10) наблюдались признаки либо профильного, либо поверхностного оглеения. В ряде случаев наблюдался застой влаги на контакте нижнего Ppa и BEL горизонта, к этой же части профиля был приурочен максимум накопления Fe-Mn – конкреций. Присутствие многочисленных железистых пятен, Fe-Mn – примазок и конкреций в исходно автоморфных почвах свидетельствует об их периодическом переувлажнении и об изменении гидротермического режима в целом. Даже для почв, не выделенных нами в подтип глееватых, наличие Fe-Mn – новообразований диагностирует условия периодической задержки верховодки [3], которые усугубляются как литогенным фактором, так и ухудшением водопроницаемости гумусовой толщи за счет припашки более плотных нижележащих горизонтов, а также перераспределением влаги в пределах естественных и нарушенных распашкой элементов микрорельефа.

Таблица 1 – Морфологические признаки постагрогенных гумусовых горизонтов

№ разр.	Угодье	Тип почвы	Глубина, см	Структура	Признаки биологической активности	Следы агрогенеза	Признаки оглеения
1	Залежь 12-15 лет	агродерново-подзолистая на карбонатных покровных суглинках	0–35	комковатая и мелко-комковато-зернистая, в нижней части − комковато-плитчатая	в верхних 10-20 см обилие корней, фрагментарно выражена дернина, копролиты, ходы беспозвоночных, кротовины	пятна запашки материала срединных горизонтов, начиная с верхних 20 см	горизонт Ppa,g3 имеет общий сизый оттенок, ржавые и сизоватые пятна, Fe-Mn примазки и конкреции (1 мм, реже 6-8 мм и 10 мм)
2	Залежь 7–10 лет	агрозем текстурно-дифференцированный на покровных суглинках, подстилаемых карбонатной мореной	0-30	в верхней части комковато-зернистая, в нижней − мелкокомковато-плитчатая	в верхних 5 см обилие корней, одернована, ходы беспозвоночных, копролиты	пятна запашки (до 5-7 % в нижней части)	редкие пятна ожелезнения, мелкие (до 2 мм) Fe-Mn–конкреции
3	Залежь 20–25 лет	агрозем светлый на озерно-ледниковых песках	0-40	непрочно комковатый	плотная дернина, в верхних 10-20 см обилие корней, частые ходы беспозвоночных	следы известкования, пятна запашки, начиная с верхнего горизонта	-
4	За-	агрозем свет-	0-35	непрочно	дернина 4 см, в	следы из-	редкие пятна оже-

№ разр.	Угодье	Тип почвы	Глубина, см	Структура	Признаки биологической активности	Следы агрогенеза	Признаки оглеения
	лежь 30 лет	лый на озерных супесях, подстилаемых озерными суглинками		комковатая, мелкокомковатая, в нижней части − непрочно плитчатая	верхних 10 см обилие корней, ходы и камеры червей, копролиты	вестковання, пятна запашки в нижней части	лезнения, многочисленные Fe-Mn – примазки и конкреции (1-3 мм)
5	Залежь 7–10 лет	агрозем текстурно-дифференцированный на карбонатных покровных суглинках	0-33	мелкокомковатая и зернистая, в нижней части − неясно плитчатая	дернина 2-5 см, максимум корней в верхних 10 см, черви, копролиты, ходы беспозвоночных	пятна запашки (до 7-10 % в нижней части)	пятна ожелезнения, Mn – конкреции (1 мм), Fe-Mn – конкреции (3-4 мм)
6	Залежь 20 лет	агродерново-подзолистая на покровных суглинках, подстилаемых мореной	0-30	комковатая, в нижней части − комковатая и комковато-плитчатая	дернина 3-5 см, не сплошная, в верхней части обилие корней, черви, ходы беспозвоночных, кротовины	пятна запашки (до 7-10% в нижней части)	сизовато-серый фон, многочисленные Fe-Mn – конкреции 1-2 мм и реже 3 мм, ржавые пятна, вода сочится на границе с BELg горизонтом
7	Залежь 30 лет	агродерново-подзолистая на покровных суглинках, подстилаемых карбонатной мореной	0-30	комковато-плитчатая	сплошная 4-5 см дернина, максимально пронизан корнями до 10 см, кротовины, копролиты, ходы беспозвоночных	пятна запашки в нижней части	белесовато-сизовато-светло-серый фон Ppa,g2, многочисленные Fe-Mn – конкреции (до 5 мм), Fe – пленки, ржавые пятна
8	Залежь ~15 лет	агродерново-подзолистая на покровных суглинках, подстилаемых карбонатной мореной	0-23	комковатая	3 см дернина, весь пронизан корнями	-	общий сизоватый оттенок, вода сочится на границе с BEL горизонтом, железистые пятна, Fe-Mn – примазки и конкреции (1-3 мм)
9	Залежь 22-25 лет	агродерново-подзолистая на покровных суглинках, подстилаемых карбонатной мореной	0-28	мелкокомковатая, в нижней части − комковато-тонкоплитчатая	3 см дернина, пронизан корнями до 10 см, копролиты, частые ходы беспозвоночных	-	Fe-Mn – примазки и конкреции (1-3 мм), вода сочится на границе с BEL горизонтом, железистые пятна
10	Залежь 30 лет	агродерново-подзолистая на покровных суглинках, подстилаемых озерными супесями	0-28	комковатая, в нижней части − комковато-тонкоплитчатая	3 см дернина, обилие корней, появляются корни древесной растительности	-	сизоватый оттенок Ppa,g2, Fe-Mn – примазки и конкреции (1-3 мм)

Как известно, при зарастании залежных почв естественной растительностью общий тренд их эволюции задан зональными почвообразовательными процессами [2]. В то же время на фоне текущих климатических изменений, затрагивающих гидротермический режим почв, он может корректироваться с учетом разной устойчивости почв к изменениям биоклиматической обстановки.

Заключение. В морфологическом строении дерново-подзолистых почв молодых залежей сохраняется сочетание черт, связанных с их прошлым сельскохозяйственным освоением

и одновременно с текущими восстановительными процессами. На стадии зарастания травянистой злаковой и разнотравной растительностью морфологические признаки почв (следы зоотической активности, комковато-зернистая структура верхнего горизонта) указывают на развитие дерновых процессов, предполагающих улучшение почвенных свойств по сравнению с аналогичными пахотными почвами. В то же время становится очевидным появление новых, ранее совершенно не характерных для пахотных автоморфных почв этого района признаков переувлажнения.

Работа выполнена при поддержке РФФИ. Грант № 19-29-05243

ЛИТЕРАТУРА

1. Шишов Л. Л. Классификация и диагностика почв России / Л. Л. Шишов [и др.]; под ред. Г.В. Добровольского. – Смоленск : Ойкумена, 2004. – 342 с.

2. Иванов И. В. Эволюция почв и почвенного покрова. Теория, разнообразие природной эволюции и антропогенных трансформаций почв / И. В. Иванов [и др.]; под ред. В. Н. Кудеярова, И. В. Иванова – М. : ГЕОС, 2015. – 925 с.

3. Зайдельман Ф. Р. Генезис и экологические основы мелиорации почв и ландшафтов : учебник / Ф. Р. Зайдельман. – М. : КДУ, 2009. – 720 с.

УДК631.418.427.2

СНИЖЕНИЕ ЗАСОЛЕННОСТИ ПОЧВЫ С ПОМОЩЬЮ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ

Икрамова Махбуба Латиповна, *кандидат биологических наук,* ***Республика Узбекистан,*** *НИИССАВХ Бухарской НОС.*

Джуманиязова Гульнара Исмаиловна, *доктор биологических наук, профессор, Бухарский государственный университет,* ***Республика Узбекистан,*** *г. Бухара, ikramova55@mail.ru, davlat_0024@mail.ru*

Нарбаева Хуршида *доктор биологических наук, институт Микробиологии академии наук РУз,* ***Республика Узбекистан,*** *г. Ташкент, ikramova55@mail.ru, davlat_0024@mail.ru*

Каримова Мадина Фахритдиновна, *Бухарский государственный университет,* ***Республика Узбекистан,*** *г. Бухара, ikramova55@mail.ru, davlat_0024@mail.ru*

В статье приводятся данные по использованию препаратов «RIZOCOM-2» и «SERHOSIL», которые повышают иммунный статус различных зерновых культур по отношению к заболеваниям и индуцируют ответные реакции растения на стрессовые факторы в условиях засоленных, лугово-аллювиальных почвах Бухарской области.

Ключевые слова: «rizocom-2», «serhosil», стрессовые факторы, урожайность

REDUCTION OF SOIL SALTINITY BY MEANS OF MICROBIOLOGICAL PREPARATIONS

Ikramova M. L., Dzhumaniyazova G. I., Narbayeva K. H., Karimova M. F.

The article presents data on the use of "RIZOSOM–2" and "SERHOSIL", which increase the immune status of various crops in relation to diseases, and induce response plant responses to stressors in a saline meadow–alluvial soils of Bukhara region.

Keywords: "rizocom–2", "serhosil", stress factors, productivity.

Засоленные почвы являются обязательными элементом ландшафтов аридных зон и доминирующим типом опустынивания. Степень засоленности почв обычно тем больше, чем суше климат. Ввиду нерациональной ирригации и агротехники орошаемых земель, расширения влияния солевых выносов из Аральского региона происходит увеличение засоления сельхозугодий и водных ресурсов Узбекистана. Известно, что даже слабое засоление почв

снижает урожайность сельхозрастений на 10–15 %, сильное – на 60 до 80 %. Если в пахотном слое содержится 2–3 % солей, то урожай полностью погибает.

Существует прямая зависимость степени засоленности почв от степени их зафосфаченности. Хлоридные и сульфатные соли подавляют усвоение фосфора растениями, так как под влиянием засоления снижается растворимость трикальция фосфата, что требует дополнительных внесений фосфорных удобрений на засоленных почвах [1, 3].

Не менее важной проблемой является загрязнение почв пестицидами, как правило, приводящее к накоплению токсичных остатков действующих веществ и продуктов их деградации в почве орошаемых полей с последующей миграцией в объекты окружающей среды.

Все эти неблагоприятные факторы приводят к деградации почв, снижается численность полезных почвенных микроорганизмов и повышается число вредных, уменьшается число микроорганизмов, изменяется катионно-анионный состав почвенного поглощающего комплекса, что изменяет pH среды до щелочной (pH 8–9), при которой нарушается баланс питательных элементов и, как результат, нарушается усвоение макро-и микроэлементов растениями.

В связи вышеизложенным наиболее эффективным путем восстановления плодородия деградированных – засоленных зафосфаченных почв под сельхозкультуры является использование микробиологических препаратов нового поколения, способных помогать, растениям адаптироваться к почвенно-климатическим экстремальным ситуациям на засоленных почвах.

В Институте Микробиологии АН РУз, в лаборатории почвенной микробиологии разработана новая биоагротехнология возделывания хлопчатника на засоленных почвах. Суть новой технологии заключается в совместном использовании двух биопрепаратов:

1) биопрепарат комплексного действия RIZOKOM-2 – для предпосевной обработки семян озимой пшеницы;

2) биопрепарат SERHOSIL – для внекорневой подкормки растений по фазам вегетации.

В связи с этим в 2015–2016 гг. на Бухарской НОС НИИССиАВХ совместно с Институтом Микробиологии Академии наук РУз были проведены исследования по изучению эффективности биопрепарата комплексного действия RIZOKOM-2 в виде предпосевной обработке семян при возделывании озимой пшеницы на засоленных почвах в Бухарской области.

Объектами исследования явились сильнозасоленные лугово-аллювиальные почвы, сорт озимой пшеницы Старшина и биопрепараты RIZOKOM-2 и SERHOSIL.

Исследование проводились по методике, принятой в УзНИИХ: «Методика проведения полевых исследований» [5]. Методика агрохимических, агрофизических и микробиологических исследований полевых «хлопковых районов 2 [4]. Данные по урожайности дисперсионно проанализированы по методике Б. Доспехова «Методика полевого опыта» [2].

Цель исследования – уменьшение засоления, зафосфаченности и улучшение плодородия почвы, увеличение доступной формы фосфора для растений и в конечном итоге повышение урожайности и качества зерна.

Глубина залегания грунтовых вод составляет 2,0–2,5 м н. у. м. В опыте изучались 4 варианта. В таблице 1 приведена схема опыта. Полевые опыты по определению влияния препарата RIZOKOM-2 на всхожесть семян проводили на первой репродукции сорта озимой пшеницы Старшина. С этой целью семена в течение 12 час замачивали в рабочем растворе микробного биопрепарата RIZOKOM-2 –100 мл/га, а семена контрольного варианта – в воде. Новый препарат RIZOKOM-2 применяли в период предпосевной обработки семян, а во время вегетации растений для листовой подкормки опрыскивали биопрепаратом SERHOSILна основе зеленых микроводорослей в дозах 300–450 л/га и сроках согласно схеме опыта (таблица 1). Площадь для проведения испытания биопрепарата RIZOKOM-2 и SERHOSIL составляла 1,0 га, повторность 3-кратная. Брали образцы почв в 2 сезона – осенью и летом (0–30 см) для агрохимических, микробиологических и мелиоративных анализов. Проводили учеты и наблюдения за появлением всхожести семян. В конце вегетации проводились учеты для определения урожайности пшеницы. Осенью, до посева и в конце вегетации (летом), отбирали почвенные образцы из пахотного (0–30) горизонта засоленных почв для агрохимических, мелиоративных и микробиологических анализов почв.

Таблица1 – Схема опыта

	Варианты	Доза расходов (по срокам применения)			
		Предпосевная обработка семян	Кущения	Трубкования	Колошения
1	Абсолютный контроль (без удобрений)	Замочка семян водой	–	–	–
2	Контроль + NPK традиционный посев	Замочка семян водой	–	–	–
3	Предпосевная обработка зерна озимой пшеницы RIZOKOM-2 + NPK	100 мл/га	–	–	–
4.	Предпосевная обработка семян RIZOKOM-2 + NPK+опрыскивание биопрепаратом SERHOSIL надземных частей растений в период вегетации	100 мл/га	6 л/на вар. SERHOSIL	8 л/на вар. SERHOSIL	10 л/на вар. SERHOSIL

В таблице 2 показано, что до применения биопрепаратов комплексного действия RIZOKOM-2 и SERHOSIL на засоленных почвах численность микроорганизмов, таких как, аммонификаторы, олигонитрофилы, нитрификаторы 1–2-фазы, целлюлозоразлагающие аэробы и анаэробы, маслянокислые бактерии, была меньше, чем после применения биопрепаратов. Среди изучаемых вариантов самыми лучшими вариантами оказались варианты 3, 4 (NPK+ RIZOKOM-2, и NPK+Rizokom-2+SERHOSIL). В этих вариантах численность и активация полезных почвенных микроорганизмов по сравнению с контрольными вариантами были намного больше, и в этих вариантах рост и развитие озимой пшеницы были наилучшими, в конечном итоге были получены самые высокие и качественные урожаи. После применения биопрепаратов содержание подвижных форм азота в варианте 3, 4 по сравнению с абсолютным контролем увеличилась в 1,89–2,55 раза (10,6–14,3 мг/кг). Содержание подвижных форм фосфора и калия после применения биопрепаратов в конце вегетации было выше, чем в контрольном варианте. Это означает, что после применения биопрепаратов на деградированных, засоленных почвах усвоение подвижных форм фосфора и калия благодаря RIZOKOM-2 + SERHOSIL и микробный баланс улучшаются, за счет чего вторичные фосфаты и калий превращаются в усвояемые формы для растений.

Таблица 2 – Микробиологическая характеристика засоленных почв Бухарской НОС после применения биопрепаратов RIZOKOM-2 и SERHOSIL (2016 г.)

Группы микроорганизмов	Варианты опыта			
	1. Абсолютный контроль	2. Контроль – NPK	3. NPK+ RIZOKOM–2	4. NPK + RIZOKOM-2 + SERHOSIL
Аммонификаторы	$1,7x10^8$	$2,4x10^8$	$1,1x10^8$	$3,2x10^8$
Олигонитрофилы	$4,1x10^6$	$3,4x10^6$	$4,9x10^6$	$6,8x10^6$
Фосформобилизующие	$9,7x10^7$	$6,7x10^7$	$1,1x10^8$	$1,1x10^8$
Нитрификаторы I фазы	$1,4x10^7$	$1,4x10^7$	$1,4x10^7$	$1,4x10^7$
Нитрификаторы II фазы	$1,4x10^7$	$1,4x10^7$	$1,4x10^7$	$1,4x10^7$
Микромицеты	$5,2x10^5$	$5,2x10^5$	$3,7x10^5$	$4,5x10^5$
Актиномицеты	$4,5x10^5$	$1,1x10^6$	$3,7x10^5$	$6,7x10^5$

Содержание гумуса в засоленных почвах в опытных вариантах после применения биопрепаратов снижается на 0,75–0,49 % по сравнению с традиционным посевом, что свидетельствует о том, что гумус усваивается микроорганизмами в вариантах с применением биопрепарата RIZOKOM-2. Содержание подвижного азота в засоленных почвах снижается незначительно на 5,0–8,7 мг/кг в опытных вариантах по сравнению с традиционным посевом, что может свидетельствовать об усвоении азота растениями. Содержание подвижного фосфора в засоленных почвах увеличивается в опытных вариантах при применении RIZOKOM-2 на 9,1–23,9 мг/кг по сравнению с традиционным посевом, что может свидетельствовать об освобождении минерального фосфора из трикальцийфосфата и органического фосфора из гумуса, об усвоении фосфора растениями и его накоплении в почве для дальнейших посевов. Содержание подвижного калия снижается в засоленных почвах в опытных вариантах при применении RIZOKOM-2 на 6,0 мг/кг по сравнению с традиционным посевом, что может свидетельствовать об усвоении калия растениями.

После применения биопрепаратов RIZOKOM-2 и SERHOSIL в мае на засоленных почвах у контрольного варианта pH среды был равен 8,1; содержание С1 – ионов 0,015 %, SO_4^{+2}

0,074 %. А в это время на вариантах3, 4, где применялись биопрепараты RIZOKOM-2 и SERHOSIL, эти показатели соответственно были: 7,6–7,8; 0,010–0,020; 0,111–0,095 %. В конце вегетации эти показатели на 3, 4 вариантах были соответственно: 7,4–7,5; 0,15–0,25; 0,084–0,087 %. На контрольном варианте эти показатели были намного выше (0,3–0,2; 0,025–0,015; 0,046–0,043 %), чем в испытуемых вариантах. Эти показатели означают то, что в комплексном применении биопрепаратов RIZOKOM-2 и SERHOSIL на засоленных почвах сумма нетоксичных солей увеличиваются, а токсических, уменьшается. Это объясняется тем, что происходит процесс нейтрализации, за счет чего почва рассоляется. Поэтому по сравнению с контрольным вариантом на испытуемых вариантах, за счет нетоксичных солей (добавочное минеральное удобрение), улучшается состав микробного сообщества, рост, развитие и продуктивность, вследствие чего урожайность и качество продукции улучшаются.

ЛИТЕРАТУРА

1. Базилевич Н. И. Классификация почв по химизму и степени засоления / Н. И. Базилевич, Е. И. Панкова // Материалы междунар. симп. по мелиорации почв содового засоления. Ереван, 1969. – Вып. IV. – Ереван, 1971. – С. 589–600.

2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М. : Агропроиздат, 1985. – 351 с.

3. Ковда В. А. Проблема опустынивания и засоления почв, аридных регионов мира / В. А. Ковда. – М. : Наука, 2008. – 415 с.

4. Методика проведения полевых исследований. – Ташкент : УзНИИХ, 2007. – 147 с.

5. Методика агрохимических, агрофизических и микробиологических исследований полевых хлопковых районов. – Ташкент, 1973. – 126 с.

УДК 633.2.033

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ОРГАНОГЕННЫХ ПОЧВ

Ковшова Валентина Николаевна, *кандидат сельскохозяйственных наук, Кировская лугоболотная опытная станция – филиала ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В. Р. Вильямса», (Кировская ЛОС – филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»),* ***Россия****, г. Киров, valentina.kovshova@yandex.ru*

Разработаны приемы использования минерального удобрения, позволяющие управлять устойчивостью луговых агроэкосистем, характеризующихся не только получением высокого сбора кормов, но и повышением плодородия торфяных почв при максимальном использовании природных факторов.

Ключевые слова: осушенные низинные выработанные торфяники, минеральное удобрение, органическое вещество, валовая энергия, энергоемкость плодородия почвы.

ECOLOGICAL METHODS OF INCREASING THE FERTILITY OF ORGANOGENIC SOILS

Kovshova V. N.

Methods of mineral fertilizers have been developed that allow managing the stability of meadow agroecosystems, characterized not only by obtaining a high feed yield, but also by increasing the fertility of peat soils with maximum use of natural factors.

Keywords: drained lowland developed peatlands, mineral fertilizer, organic matter, gross energy, energy intensity of soil fertility.

Выработанные торфяные месторождения – один из ресурсов увеличения площадей кормовых угодий. Площади выработанных торфяников на Северо-Востоке и Севере европейской части России ежегодно увеличиваются и в настоящее время составляют более 500 тыс га. В Кировской области выработанных торфяников около 80 тыс. га [3]. Эти площади можно успешно использовать в сельскохозяйственном производстве.

На выработанных торфяниках запасы органического вещества значительно меньше, чем на торфяно-болотных почвах. Большинство выработанных торфяников низинного типа

характеризуется высоким потенциальным, но низким фактическим плодородием торфа из-за слабой доступности для растений элементов питания, и поэтому для получения высокой продуктивности сеяные сенокосы и пастбища нуждаются в удобрении. Использование таких почв в севооборотах способствует ускорению процессов минерализации органического вещества и сработки торфа от 0,6 до 5–6 см в год [1, 5]. Поэтому наиболее рационально использовать их под долголетние луговые травостои с регулируемыми приемами удобрения [2]. Важным способом повышения плодородия почвы на сенокосах является управление дернообразовательным процессом через фактор долголетия, так как под многолетними травостоями после 5–6 лет пользования происходит повышение плодородия почвы за счет накопления органической массы и азота [4, 6].

Разрабатываемые технологии направлены на ресурсо- и энергосбережение при взаимодействии антропогенных факторов и составляющих элементов биогеоценоза: фитоценоза и экотопа.

Методика исследований. Исследования проведены на Кировской лугоболотной опытной станции, расположенной в Волго-Вятском экономическом регионе Нечерноземной зоны России. Сеяный травостой создан в 1971 году на осушенном низинном выработанном торфянике, выведенным после торфодобычи фрезерным способом в 1965 г., путем залужения травосмесью из костреца безостого Моршанский-312 (10 кг/га), тимофеевки луговой Позднеспелая ВИК (8 кг/га) и овсяницы луговой Дединовская-8 (12 кг/га). Перед посевом трав внесены: пиритный огарок 5 ц/га и по 60 кг/га действующего вещества азота, фосфора, калия. В 1972 г. на созданном травостое был заложен полевой опыт с многовариантными приемами минерального удобрения (схема опыта в таблицах 1 и 2).

Торф древесно-осоковый, степень разложения 25-30 %, глубина остаточного слоя торфа 15–45 см. Водное питание – грунтовые воды и атмосферные осадки.

Использование травостоя – двуукосное, на сено. Фосфорные удобрения (суперфосфат) вносили весной в один прием, азотные (аммиачная селитра) и калийные (хлористый калий) – дробно, равными частями под каждый укос.

Учет урожайности травостоев и подземной массы проводили по общепринятым в луговодстве методикам, математическая обработка урожайности травостоев и массы подземных органов – методом дисперсионного анализа (по Б. А. Доспехову, 1985) с использованием программы Excel, агрохимический анализ почвы – по утвержденным методикам для исследований торфяных почв.

Результаты. При долголетнем сенокосном использовании выработанного торфяника отмечалось незначительное подкисление почвы в слое 0–20 см ($pH_{сол.}$ 5,38) и обогащение её фосфором и калием даже на неудобряемом травостое (таблица 1), что связано с минерализацией торфа, поступления этих элементов с грунтовыми водами и после разложения растительных остатков, а также за счет аэрозольных источников с атмосферными осадками.

Под влиянием регулярного применения минеральных удобрений кислотность почвы повышалась значительно, особенно при внесении несбалансированных доз азота, фосфора и калия – снижение $pH_{сол.}$ на 0,5–1,0 по сравнению с исходным показателем. Содержание подвижного фосфора при внесении его в составе полного минерального удобрения в дозах $N_{120}P_{60}K_{120}$ за 40 лет пользования сенокосом повышалось от 8 до 3186 мг/кг, содержание обменного калия в слое почвы 0–20 см снижалось независимо от вносимых доз калийного удобрения, вследствие большого выноса калия фитомассой.

Применение минерального удобрения способствовало повышению накопления запаса подземной массы (корней, корневищ, и других органов) в 1,1–2,0 раза. Под влиянием минерального удобрения повышалось продуктивное действие корней долголетнего сенокоса в 1,1–2,4 раза, что способствовало повышению закрепления азота, фосфора и валовой энергии в корнях (таблица 2).

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика почвы под долголетним сенокосом (40-го года пользования) при различных приемах удобрения (слой почвы 0–20см)

Удобрение (за сезон)	Агрохимические показатели							
	pH (сол)	Подвижный фосфор, P_2O_5 мг/кг	Обменный калий, K_2O мг/кг	Общий азот, N %	Зольность, %	Органическое вещество, %	Углерод, %	C : N
Исходное содержание (1971г)	5,5	8	248	1,84	8,0	92,0	51,3	27,9
Без удобрений	5,38	1076	154	1,15	37,7	62,3	31,4	27,3
$N_{120}P_{60}$	4,86	1580	142	1,22	23,3	76,7	46,3	38,0
$N_{120}P_{60}K_{60}$	5,00	2201	108	1,16	26,6	73,4	33,6	29,0
$N_{120}P_{60}K_{120}$	4,94	3186	102	1,37	10,9	89,1	46,0	33,6
$N_{120}P_{30}K_{120}$	4,54	1400	239	1,6	18,61	81,39	33,4	20,9
$P_{60}K_{120}$	5,00	2184	118	1,09	15,8	84,2	43,1	39,5
$N_{60}P_{60}K_{120}$	4,9	3088	72	1,24	14,8	85,2	47,6	38,4

Таблица 2 – Средообразующая роль долголетних злаковых сенокосов (40-го года пользования) при различных приемах минерального питания

Удобрение (за сезон)	Подземная масса ц/га СВ	Закрепление в корнях, т/га			Среднегодовое накопление		
		Азот	Фосфор	Калий	Органическвещество, т/га прибыль (+), убыль (-)	Валовая энергия в экотопе, ГДж/га прибыль (+), убыль (-)	Валовая энергия за счет природного фактора, ГДж/га
Без удобрений	185	5,8	0,5	0,08	3,5	25,8	72,0
$N_{120}P_{60}$	204	6,1	0,8	0,07	-4,8	-27,5-	67,4
$N_{120}P_{60}K_{60}$	366	5,8	1,1	0,05	-5,3	-13,0	148,1
$N_{120}P_{60}K_{120}$	210	6,9	1,6	0,05	2,7	25,6	195,5
$N_{120}P_{30}K_{120}$	356	8,0	0,7	0,10	2,2	27,4	175,2
$P_{60}K_{120}$	186	5,5	1,1	0,06	1,1	19,4	133,9
$N_{60}P_{60}K_{120}$	231	6,2	1,5	0,04	0,2	17,6	179,4

Длительное сенокосное использование выработанных и торфяных почв, как правило, приводит к снижению потерь органического вещества торфа в связи с минерализацией. Однако в почве неудобряемого сенокоса запас органического вещества за 40 лет увеличился на 17 %. Прибыль органического вещества по сравнению с исходным состоянием под влиянием накопления фитоценозом подземной массы и изменения плотности верхнего слоя торфа достигала 3,5 т/га в год.

При систематическом применении минерального удобрения в несбалансированных дозах ($N_{120}P_{60}$, $N_{120}P_{60}K_{60}$) запас органического вещества в почве вследствие интенсивной минерализации уменьшался на 4,8–5,3 т/га в год к исходному уровню. При применении сбалансированных доз минерального удобрения $N_{120}P_{30\text{-}60}K_{120}$ среднегодовая прибыль органического вещества в почве выработанного торфяника составляла 2,2–2,7 т/га в год. Минимальное накопление органического вещества (0,2 т/га в год) установлено при применении полного минерального удобрения в дозах $N_{60}P_{60}K_{120}$ вследствие большого выноса элементов питания фитомассой. Следовательно, анализ изменения накопления органического вещества раскрывает стимулирующую роль минеральных удобрений, внесенных в сбалансированных сочетаниях, на снижение процессов минерализации органического вещества, что отражается на повышении среднегодовых темпов накопления органического вещества.

Накопление валовой энергии в агроэкосистеме происходит за счет природных факторов (фотосинтез, деятельность почвенной микрофлоры), а также в результате дернообразовательного процесса. Анализ структуры энергоемкости плодородия почвы показывает, что основными энергоносителями (по удельному весу) в выработанной торфяной почве низинного типа является азот (25–30 %) и органическое вещество (70–75 %), значение энергоемкости за

счет изменения подвижного фосфора (0,03–0,06 %) и обменного кальция (0,02–0,14 %) не существенно. В связи с минерализацией органического вещества торфа и увеличением кислотности почвы происходит снижение запасов энергии в почве низинного выработанного торфяника на 0,6–1,4 %. При этом в значительной мере проявляется роль такого важного антропогенного фактора, как удобрение.

Благодаря средообразующей роли корней изменяются темпы накопления валовой энергии в экотопе в целом. Экстенсивное использование сеяных сенокосов приводит к увеличению темпов накопления валовой энергии в экотопе (до 25,8 ГДж/га в год) вследствие слабой минерализации органического вещества торфа и незначительного выноса элементов питания с урожаем трав. Применение минеральных удобрений оказывает заметное влияние на изменение запаса валовой энергии в экотопе, при этом средообразующая роль злакового фитоценоза проявляется по-разному в зависимости от сочетания доз применяемых удобрений. Оптимальные дозы минерального удобрения ($N_{120}P_{30-60}K_{120}$) способствовали развитию большой корневой системы и, следовательно, накоплению в ней большого количества валовой энергии (26–27 ГДж/га).

При экстенсивном использовании сенокоса и антропогенных затратах 3 ГДж/га производство валовой энергии за счет природных факторов составляло около 72 ГДж/га, при применении минеральных удобрений и повышении затрат до 6–17 ГДж/га роль природных факторов в производстве валовой энергии повышалась в 1,9–2,7 раза.

Таким образом, благодаря интенсификации ухода за сенокосом резко возрастает роль природных и стохастических факторов (неуправляемых погодных). Луговые травы, улучшая водопрочную структуру торфяной почвы, повышают ее плодородие – в основном за счет накопления органического вещества, предотвращают излишнюю его минерализацию, сработку торфа, потери питательных веществ с дренажными водами. Снижение потерь органического вещества в выработанных торфяных почвах – одно из благоприятных экологических последствий интенсификации земледелия. Поэтому, в условиях недостаточного ресурсного обеспечения агропромышленного комплекса необходимо более эффективно использовать биологическую особенность многолетних трав, оставляющих в почве большое количество органического вещества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Глубоковских А. Л. Кормовые севообороты на осушенных торфяных почвах / А. Л. Глубоковских // Итоги выполнения программы фундаментальных научных исследований государственных академий на 2013–2020 гг.: Материалы Всеросс. координационного совещания научн. учреждений – участников Географической сети опытов с удобрениями / Под ред.акад. РАН В. Г. Сычева. – М. : ВНИИА, 2018. – С. 72–85.

2. Косолапов В. М. Новый этап развития кормопроизводства России / В. М. Косолапов // Кормопроизводство. – 2007. – № 5. – С. 3–7.

3. Косолапов В. М. Научные основы и практика комплексного использования нарушенных болотных экосистем / В. М. Косолапов, А. Н. Уланов // Материалы научно-практической конференции к 90-летию мелиоративной науки в Беларуси и 70-летию БелНИИМиЛ. – Минск, 2001. – С. 49–55.

4. Кутузова А. А. Перспективные энергосберегающие технологии в луговодстве 21 века / А. А. Кутузова // Кормопроизводство: проблемы и пути решения / ВНИИ кормов. – М., 2007. – С. 31–37.

5. Смирнова А. В. Влияние возделывания сельскохозяйственных культур на сработку торфяного слоя в производственных условиях / А. В. Смирнова // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: Сб. науч. тр. Вып. 18 (66): материалы междунар. науч.-практ. конф., посвященной 100-летию Кировской лугоболотной опытной станции / ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса», Кировская лугоболотная опытная станция. – М. : ООО «Угрешская типография», 2018. – С. 48–53.

6. Трофимов И. А. Управление агроландшафтами / И. А. Трофимов, Л. С. Трофимова, Е. П. Яковлева, Т. М. Лебедева // Кормопроизводство. – 2008. – № 9. – С. 4–5.

СЕКЦИЯ 10. СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ (РЕКИ, ВОДОХРАНИЛИЩА КОМПЛЕКСНОГО НАЗНАЧЕНИЯ И ДР.)

УДК 551.312.3; 551.312.4; 911.5; 57.042

БЕРЕГОВЫЕ УКРЕПЛЕНИЯ НА ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ В КАЛМЫКИИ: СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Сангаджиев Мерген Максимович
кандидат геолого-минералогических наук, КалмГУ им Б. Б. Городовикова, ***Россия, Республика Калмыкия****, г. Элиста, ул. Пушкина 11, smm54724@yandex.ru*
Доржиева Гиляна Анатольевна
ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет им. Б. Б. Городовикова», ***Россия, Республика Калмыкия,*** *г. Элиста, ул. Пушкина 11, gilyanadorzhieva@yandex.ru*
Джимбеева Александра Саналовна
ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет им. Б. Б. Городовикова», ***Россия, Республика Калмыкия,*** *г. Элиста, ул. Пушкина 11, Aleksandra_dzhimbeeva@mail.ru*
Ондикова Алтана Баатровна
ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет им. Б. Б. Городовикова», ***Россия, Республика Калмыкия,*** *г. Элиста, ул. Пушкина 11, aondikova@mail.ru*

В представленной работе рассмотрены водные объекты, расположенные на территории Республики Калмыкия. Объектом исследования были выбраны береговые линии на реке Волге и малых водоемах, расположенных на склонах и низинах Ергенинской возвышенности. Цель представленной работы – выявление особенностей береговых линий на водоемах Калмыкии и выбор их систем укрепления. Для решения поставленной задачи были проведены экспедиции на реках Волга, Яшкуль и других малых реках. Основой гипотезы принято равновесие береговых систем. Неравновесные системы приводят к нарушению энтропии равновесия. Полученные результаты можно использовать в инженерно-геологической защите рек от процессов их разрушения, использовать в учебной работе.
Ключевые слова: Калмыкия, Волга, малые реки, энтропия равновесия, береговые линии.

COASTAL STRENGTHENING ON WATER FACILITIES IN KALMYKIA: STATE AND PROBLEMS OF POLLUTION

Sangadzhiev M. M., Dorzhieva G. A., Dzhimbeeva A. S., Ondikova A. B.

In this work, water bodies located on the territory of the Republic of Kalmykia are considered. The object of the study was selected coastlines on the Volga River and small ponds located on the slopes and lowlands of the Ergeninsky Upland. The aim of the present work is to identify the features of coastlines in the water bodies of Kalmykia and the choice of their strengthening systems. To solve this problem, expeditionary routes to the Volga, Yashkul and other small rivers were carried out. The basis of the hypothesis of accepted systems is the equilibrium of coastal systems. Non-equilibrium systems lead to a violation of the entropy of equilibrium. The results can be used in engineering-geological protection of rivers from the processes of their destruction. Use in academic work.
Keywords: Kalmykia, Volga, small rivers, the entropy of equilibrium, coastlines.

По территории Республики Калмыкия (РК), протекает одна из крупнейших рек Европы Волга. Правый берег реки выражен ярами и овражно-балочной системой. Разрушение прибрежной полосы у п. Цаган Аман приводит к тому, что некоторые здания надо переносить и проводить береговые укрепления.

Речная сеть на территории РК представлена малыми реками длиной от нескольких до 153 км (около 43 речек). Река Яшкуль, одна из относительно крупных рек региона, протекает по территории Целинного и Яшкульского района РК. Реки в основном берут начало на Ергенинской возвышенности и питаются талыми и дождевыми водами. На некоторых речках подпитка водой происходит за счет подземных вод. На берегу этих рек находятся колодцы

для поения скота. Все воды в республике сильно минерализованы до 10–15 мг/л и выше. Большая часть рек в летний период высыхает полностью. Осадки почти не заполняют русла рек [4].

У рек Западный и Восточный Маныч береговая часть в основном заросла камышом, но часть открытой воды также разрушает береговую линию. Кроме вышеназваных рек, по территории протекают река Кума (граница территории Республик Дагестан и Калмыкия), Егорлык (Ставропольский край и западная часть территории РК). Почти на всех реках идет процесс меандрирования береговой линии, воздействия бьефов [2, 3, 5].

Озера, в основном бессточные, сильно зарастают тростником. Они сильно минерализованы, вода почти непригодна для хозяйственно-питьевых нужд. Озера, расположенные на низменности, образуют лиманы. Наполнение озер связано со снеговым покровом, выпадением осадков. Водохранилища также питаются за счет малых рек и овражно-балочной системы. Сложные климатические условия региона не позволяют в полной степени заполнить водоемы [1, 2]. Геология района сложена в основном песками, глинами, супесями и суглинками, которые не позволяют сохранять воду на поверхности, она уходит в почву, а высокие температуры в летний период увеличивают процесс испарения [7, 8]. Для решения этих вопросов нужно провести геологический мониторинг верхней части литосферы и почв на всей территории Калмыкии [6].

Укрепления берега строят с учетом разных типов руслового процесса, в основном на них выражено меандрирование. Основная задача укрепительных работ состоит в предотвращении размыва вогнутых берегов. Для этого проводят анализ русловых мест, чтобы установить протяжение подверженного размыву откоса берега, а также анализ гидрологических данных, таких как высота уровня, скорость течения, количество наносов и др., которые позволяют выбрать вид укреплений и их конструкцию.

Эти укрепления активного и пассивного действия учитывают шероховатость русла возле берега, заметно влияют на структуру потока в районе берега. Основными укреплениями, влияющими на структуру потока у берега, являются берегозащитные шпоры. Они обычно располагается у вогнутого берега и способствуют уменьшению скорости течения вдоль защищаемого берегового откоса, что приводит к уменьшению и даже к прекращению размыва берега, а в ряде случаев и к образованию нового берегового откоса после заполнения наносами промежутков между шпорами.

К пассивным сплошным или ленточным укреплениям, защищающими берега от размыва, являются береговые покрытия. В основном они защищают от размывания берега или выполняют выправительные и другие сооружения от обхода потоком в местах их примыкания к берегу.

При сооружении и возведении шпор из грунта и других мелкообломочных материалов сооружения получаются достаточно массивными. Поэтому во время кратковременного ледохода возможны только местные повреждения верхового откоса в виде отдельных выпоров грунта выше места удара плывущей льдины. Чтобы обеспечить длительную работу, головная (верхняя по течению) шпора, воспринимающая основную нагрузку от ледового воздействия, делается более массивного профиля с укреплением верхового и низового откосов, а также гребня и головы сооружения.

Для расчета и выбора типа укрепления размываемого берегового откоса в начале проверяют, его на устойчивость от воздействия скоростей течения. Если средневысокий уровень паводка выше отметок поймы, то за расчетный уровень воды принимается уровень отметок пойменных бровок берега.

Длину укрепления берегового откоса устанавливают на основе анализа совмещенных планов участка реки, планов течения при характерных уровнях воды за несколько лет. Расчет на высоту наката ветровой волны и нагон воды выполняют только при укреплении берегов на устьевых участках больших рек, а на судовую волну – только на небольших реках и в узких судоходных рукавах разветвлений русла, а также на участках, где судовой ход проложен вблизи берега.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бадмаева Д. С. Исследование технологий эффективности восстановления земель, нарушенных оврагами и вторично засоленными (Сарпинский район, Республика Калмыкия) / Д. С. Бадмаева, Г. С. Горяева, М. М. Сангаджиев [и др.] // Астраханский вестник экологического образования. – 2019. – № 2 (50). – С. 93–103.

2. Сангаджиев М. М. Особенности недропользования на территории Республики Калмыкия / М. М. Сангаджиев. – Элиста : Изд-во Калм. ун-та, 2015. – 144 с. : ил.

3. Сангаджиев М. М. Бьефы и их влияние на окружающую среду в степных и полупустынных зонах Калмыкии / М. М. Сангаджиев, М. Г. Гарасов, Ю. С. Гермашева // Инновационно-техническое развитие науки : Сб. статей по итогам Междунар. науч.-практ. конф. – Стерлитомак : АМИ, 2017. – С. 13–18.

4. Сангаджиев М. М. Современные формы антропогенного рельефа степной зоны и их изменения (на примере Республики Калмыкия) / М. М. Сангаджиев, К. С. Дегтярев, А. А. Слизская [и др.] // Астраханский вестник экологического образования. – 2019. – № 2 (50). – С. 87–93.

5. Сангаджиев М. М. Геолого-географические и экологические характеристики меандр в Калмыкии на примере реки Яшкуль / М. М. Санджиев, Н. Л. Муджиков, А. В. Аржуева [и др.] // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – Проблемы науки и научного познания : Материалы I междунар. науч. конф. – 2015. – № 4-4. – С. 192–197.

6. Сангаджиев М. М. Организация геологического мониторинга литосферы и почв в Республике Калмыкия / М. М. Сангаджиев, В. А. Онкаев, Н. В. Бадмаева [и др.] // Науч.-аналит. журнал «Инновации и инвестиции». – 2019. – № 8. – С. 138–144.

7. Сангаджиев М. М. Анализ климатических особенностей в Республике Калмыкия, Россия / М. М. Сангаджиев, Г. Е. Эрдниева, О. В. Эрдниев [и др.] // Open science 2.0: collection of scientific articles. Vol.3. Raleigh, North Carolina, USA : Open Science Publishing, 2017. – P. 98–106.

8. Харченко В. М. Инженерно-геологическое районирование территории Калмыкии / В. М. Харченко, А. Г. Дорджиев, М. М. Сангаджиев, А. А. Дорджиев. – Элиста : Изд-во Калм. ун-та, 2012. – 212 с.

УДК 574.632

БЕНТОСНЫЕ СООБЩЕСТВА КАК БИОИНДИКАТОРЫ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДОЕМА

Южалина Анастасия Андреевна, *аспирант, ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет», **Россия**, г. Астрахань, yuzhalina_an@mail.ru*

Обухова Ольга Валентиновна, *кандидат биологических наук, ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет», **Россия**, г. Астрахань, obuhowa-ov@yandex.ru*

Зайцев Вячеслав Федорович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, *ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет», **Россия**, г. Астрахань, viacheslav-zaitsev@yandex.ru*

В данной статье рассмотрена проблема нефтяного загрязнения водотока в районе расположения Соколовских нефтеям, проведена оценка состояния бентофауны. Отмечено, что повышение концентрации нефтепродуктов ведет к уменьшению видового разнообразия бентосных сообществ, при этом численность и биомасса организмов имеет минимальное значение.

Ключевые слова: река Кизань, Соколовские нефтеямы, бентоценоз, численность, биомасса.

BENTHIC COMMUNITIES AS BIOINDICATORS OF RESERVOIR OIL POLLUTION

Yuzhalina A. A., Obuhova O. V., Zaitsev V. F.

This article discusses the problem of oil pollution of the watercourse in the area of the Sokolov oil fields, and assesses the state of benthic fauna. It is noted that increasing the concentration of petroleum products leads to a decrease in the species diversity of benthic communities, while the number and biomass of organisms is of minimal importance.

Keywords: river Kizan, Sokolowski of waste oil pits, benthos, population, biomass.

Одним из наиболее распространенных видов техногенного загрязнения является загрязнение нефтепродуктами, которое требует глубокого изучения последствий такого воздействия на экосистемы и выработка критериев биологического контроля [4]. Выбор бентоса при биологическом мониторинге в качестве индикатора степени возможного нефтяного загрязнения основан на его биологических характеристиках – относительно низкой подвижности и значительной продолжительности жизни [2]. Бентосные организмы являются основными тест-объектами многих систем биоиндикации [3].

Для оценки состояния макрозообентоса реки Кизань в районе расположения Соколовских нефтеям были проведен мониторинг в период с мая по октябрь 2019 г. по общепринятым методикам [1]. Для оценки структуры бентосного сообщества использовались показатели численности и биомассы видов, соотношение различных таксономических групп донных животных. Следует отметить, что на исследуемом участке реки преобладали главным образом песчаные грунты, которые характеризуются бедным видовым составом.

В результате исследований установлено, что доминирующую группу бентоценоза на контрольной точке в районе пляжа по численности и биомассе организмов составляли ракообразные (60 % от общей численности и 64% от общей биомассы) (рисунок 1). При этом в основном регистрировали вид класса Crustacea отряда *Amphipoda – Niphargoides robustoides*.

В районе непосредственного расположения нефтеям № 1 и 2 видовой состав бентосных организмов был весьма скудным, при этом доминировали олигохеты, которые в мае и сентябре были единственными представителями зообентоса (рисунки 2, 3).

В районе лодочной станции, расположенной между нефтеямами, по численности преобладали ракообразные, доминировали *Niphargoides robustoides* (23 %). Однако наибольший процент по биомассе – 41% составляли моллюски класса Gastropoda (*Viviparus viviparus, Lithoglyphus naticoides*) (рисунок 4).

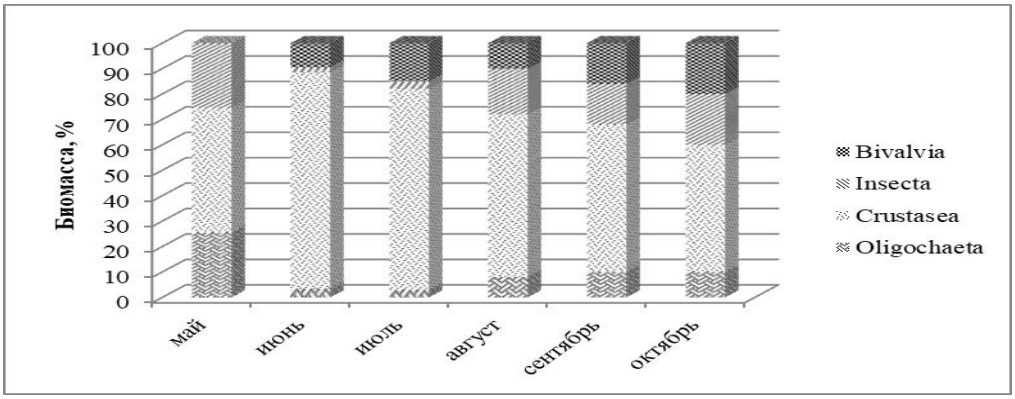


Рисунок 1 – Процентное соотношение групп бентосных организмов на контрольной точке по биомассе

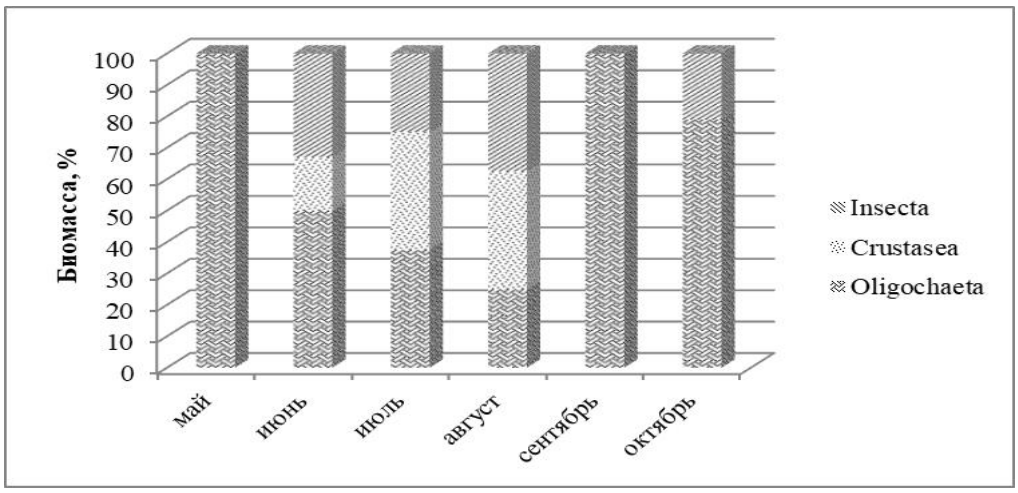


Рисунок 2 – Процентное соотношение групп бентосных организмов на нефтеяме №1 по биомассе

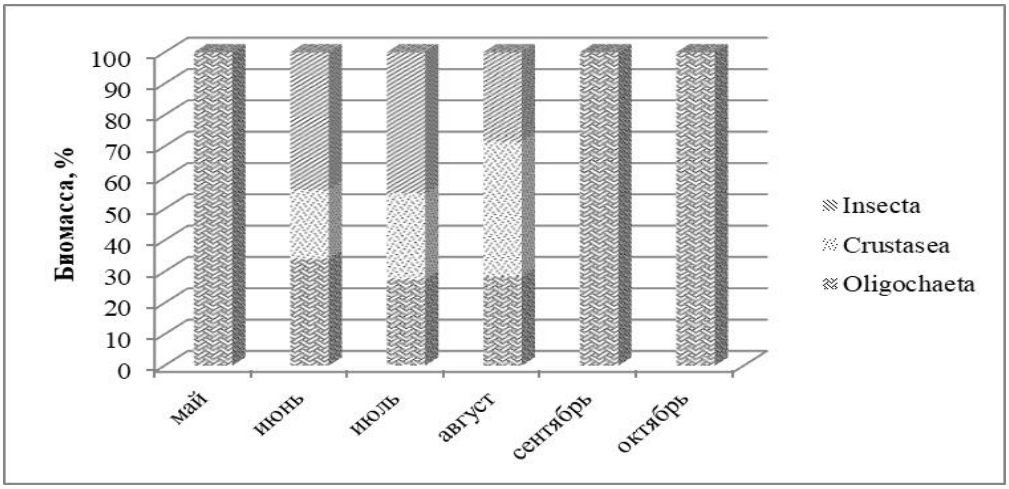


Рисунок 3 – Процентное соотношение групп бентосных организмов на нефтеяме №2 по биомассе

На расстоянии 500 м ниже по течению от второй нефтеямы с каменистым типом грунта было отмечено значительное повышение общей биомассы макрозообентоса и наибольшее видовое разнообразие. Основную долю численности (38 %) и биомассы (67 %) составляли моллюски класса *Bivalvia (Dreissena polymorpha*) и класса Gastropoda (*Theodoxus pallasi*) (рисунок 5).

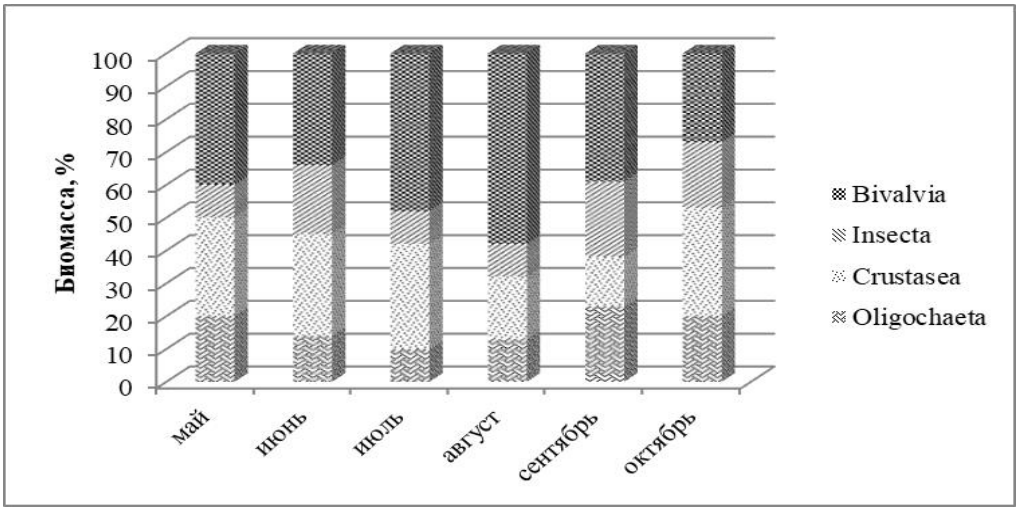


Рисунок 4 – Процентное соотношение групп бентосных организмов между нефтеямами по биомассе

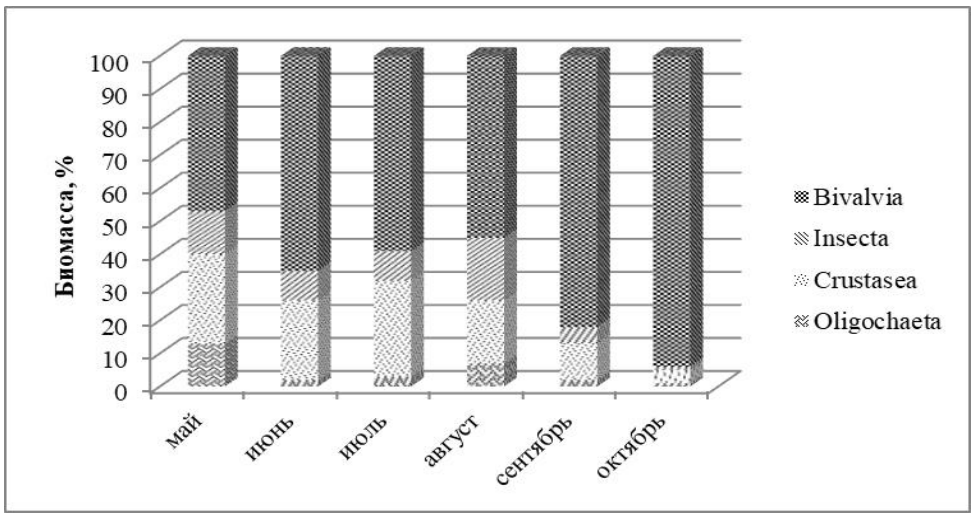


Рисунок 5 – Процентное соотношение групп бентосных организмов на 500 м ниже по течению по биомассе

Бентосные сообщества, отобранные на расстоянии 1000 м ниже по течению от второй нефтеямы, также отличались достаточно высоким видовым разнообразием, при этом преобладали моллюски (29 %) и личинки *Chironomidae* класса Insecta (28%). По биомассе доминировали моллюски класса Bivalvia *(Dreissena polymorpha*) и класса Gastropoda *(Lithoglyphus naticoides*) (47 %) (рисунок 6).

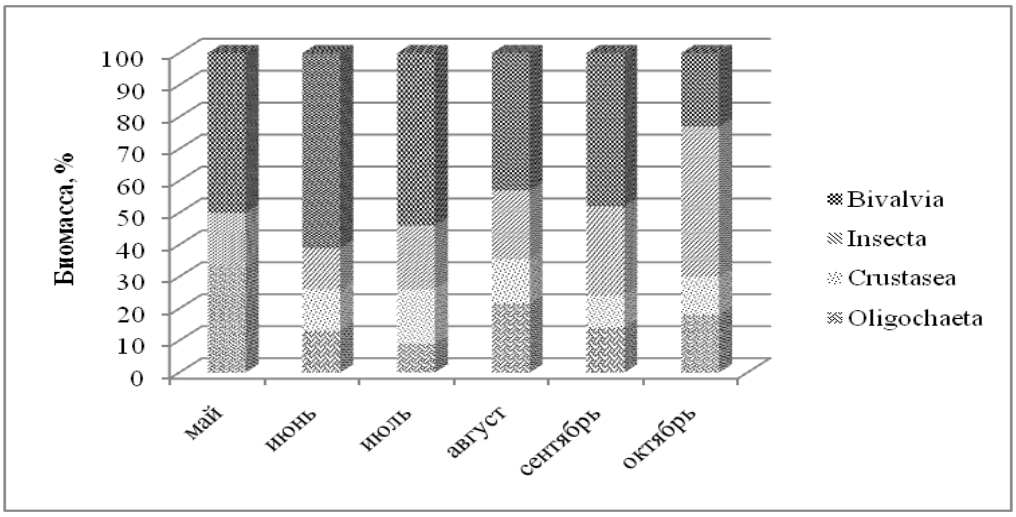


Рисунок 6 – Процентное соотношение групп бентосных организмов на 1000 м ниже по течению по биомассе

Обобщая вышеизложенное, необходимо отметить, что донные организмы подвержены негативному влиянию нефтепродуктов, которое выражается в изменении их количественных и качественных характеристик. Наиболее уязвимыми организмами в бентоценозе оказались моллюски, полностью отсутствовавшие на участках непосредственного расположения нефтеям.

В результате длительного негативного воздействия нефтешламонакопителей на данном участке реки сложился устойчивый бентоценоз с превалированием представителей малощетинковых червей класса Oligochaeta. Полученные данные подтверждают, что олигохеты – одни из наиболее выносливых групп бентосного сообщества к нефтяному загрязнению, которые активно участвуют в преобразовании токсичных нефтепродуктов в донных осадках.

ЛИТЕРАТУРА

1. Винберг Г. Г. Методические рекомендации по обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция / Г. Г. Винберг, Г. М. Лаврентьев. – Л. : Зоол. ин-т АН СССР, 1984. – 52 с.

2. Воробьев Д. С. Влияние нефти и нефтепродуктов на макрозообентос / Д. С. Воробьев // Известия Томского политехнического университета. – 2006. – Т. 309. – № 3. – С. 42–45.

3. Иванов В. П. Научные основы стратегии защиты биологических ресурсов Каспийского моря от нефтяного загрязнения / В. П. Иванов, А. Ф. Сокольский. – Астрахань : Изд-во КаспНИРХа, 2000. – 181 с.

4. Микробиологический контроль нефтяного загрязнения донных отложений водоемов / А. Н. Дзюбан [и др.] // Современные проблемы биоиндикации и биомониторинга : тез. докл. XI Междунар. симп. по биоиндикаторам. – Сыктывкар, 2001. – С. 52.

УДК 632.954

ОЦЕНКА РИСКА ПРИМЕНЕНИЯ ПЕСТИЦИДОВ ДЛЯ ГРУНТОВЫХ ВОД (НА ПРИМЕРЕ СТАНДАРТНОГО СЦЕНАРИЯ «КРАСНОДАР»)

Колупаева Виктория Николаевна, *кандидат биологических наук, ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии, Московская обл.,* ***Россия****, р. п. Большие Вяземы, amulanya@gmail.com*

С помощью расчетной процедуры была проведена оценка риска для грунтовых вод 180 пестицидов, разрешенных к применению в РФ. Для этого с помощью модели PEARL были получены прогнозные концентрации пестицидов в стоке грунтовых вод на глубине одного метра и проведена оценка риска миграции пестицидов в грунтовые воды (по величине прогнозной концентрации), оценка риска для млекопитающих (путем сравнения прогнозных концентраций с $ПДК_{вод}$) и водных организмов (сравнивая с токсичностью для гидробионтов). По результатам расчетов риск 12 пестицидов из 180 оценен как высокий.

Ключевые слова: пестициды, грунтовые воды, мониторинг, математическая модель, стандартные сценарии, риск, предельная допустимая концентрация, токсичность.

PESTICIDE RISK ASSESSMENT FOR GROUNDWATER ON THE EXAMPLE OF THE STANDARD SCENARIO KRASNODAR

Kolupaeva V. N.

Risk assessment for the groundwater of 180 pesticides, approved for use in the Russian Federation, was carried out with proposed calculation procedure. For this the predicted concentrations of pesticides in groundwater leachate at one-meter depth were determined using the model PEARL, and the risks of pesticide migration to groundwater, for mammals and aquatic organisms were assessed. According to the calculation results, the risk of 12 out of 180 pesticides was rated as high.

Keywords. Pesticides, groundwater, monitoring, mathematical model, standard scenarios, risk, human toxicological criteria, toxicity.

Синтетические пестициды начали применяться с 1939 г., когда швейцарский химик П. Г. Мюллер открыл инсектицидные свойства ДДТ. В 1948 г.у исследователь за свое открытие был удостоен Нобелевской премии по физиологии и медицине. И только спустя несколько десятилетий проявилось негативное воздействие хлорорганических пестицидов на окружающую среду. Они оказались чрезвычайно устойчивыми и способными накапливаться в живых организмах. Это спровоцировало огромное количество исследований поведения пестицидов по всему земному шару, касающихся как персистентности пестицидов в почве, так и миграции их в почвенном профиле и за его пределы.

Одним их неблагоприятных последствий от применения пестицидов является их попадание в грунтовые воды. По результатам исследований, проводимых за рубежом, чаще всего в грунтовых водах обнаруживают пестициды, которые широко применяются в РФ: бентазон, С-метолахлор, изопротурон, МЦПА, тербутилазин, имидаклоприд, клопиралид, глифосат, металаксил, хлоротолурон.

В настоящее время в РФ важной задачей является определение перечня пестицидов, которые представляют потенциальную опасность для грунтовых вод и поведение которых должно быть под пристальным вниманием научного сообщества и регулирующих органов.

Ранее нами было предложено для формирования списка приоритетных пестицидов – загрязнителей, подлежащих первоочередному регулированию и мониторингу, использовать количественные процедуры оценки риска, основанные на расчетах по модели PEARL, сравнении прогнозных концентраций с критериями приемлемого риска, и были сформулированы основные принципы отбора приоритетных пестицидов для государственного регулирования [1].

Целью данной работы было с помощью физически обоснованной модели PEARL рассчитать прогнозные концентрации в стоке грунтовых вод 180 пестицидов для стандартного сценария «Краснодар»; оценить риск неблагоприятных последствий для грунтовых вод от применения этих пестицидов.

Объекты и методы

Сведения о пестицидах. Сведения о свойствах пестицидов (период полуразложения, константа сорбции и др.) и токсичности были взяты из PPDB [2], максимальная рекомендованная норма применения – из каталога пестицидов и агрохимикатов [3].

Модель PEARL. Расчеты концентраций пестицидов в почвах проводили с использованием модели PEARL и стандартных сценариев входных данных регионов РФ.

Стандартные сценарии входных данных. Вся территория РФ с развитым сельским хозяйством была разделена на 9 регионов, которые различаются по почвенно-климатическим условиям, влияющим на миграцию пестицидов в грунтовые воды. Были разработаны стандартные сценарии климатических и почвенных условий в этих сельскохозяйственных регионах Российской Федерации, которые реализованы в качестве входных файлов и баз данных для имитационной модели PEARL [4, 5]. Краткая характеристика почвенно-климатических условий стандартного сценария «Краснодар» представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Климатические и почвенные характеристики сценария Краснодар

Регион	Среднегодовая температура воздуха, ^{0}C	Среднегодовые осадки, мм	Тип почвы	Гранулометрический состав почвы	$C_{орг}$, %
Краснодар	10,8–11,4	643–715	Чернозём выщелоченный	Пылеватый суглинок	2,5

Моделирование миграции пестицидов в грунтовые воды. При проведении расчетов предполагали, что пестициды вносят в почву путем опрыскивания (без культуры) в максимальной рекомендованной дозе ежегодно в течение 20 лет. В результате моделирования рассчитывали средневзвешенные годовые концентрации пестицидов на глубине 1 м за 20 лет и определяли 80 % персентиль по погодным условиям.

Результаты и обсуждение. С помощью расчетов было установлено, что регион, представленный стандартным сценарием Краснодар, характеризуется умеренной предрасположенностью к миграции пестицидов.

Было предложено использовать трехступенчатую схему оценки риска. На *1-ом этапе* определяли соединения с высоким риском миграции по величине прогнозной концентрации: риск миграции высокий – ≥ 1 мкг/л.

На *2-ом этапе* определяли риск для млекопитающих. Для этого рассчитывали значение риска $R = ПДК / C_{гв}$ и находили пестициды с $R < 1$ (риск высокий) и $1 \leq R < 10$ (риск умеренный).

На *3-ем этапе* проводили оценку риска для водных организмов. Пестициды с высоким риском по острой ($LC_{50}(EC_{50})/C_{гв} < 10$) и хронической ($NOEC/C_{гв} < 5$) токсичностям помещались в список.

Как видно из таблицы 2, для 10 пестицидов прогнозная концентрация в стоке грунтовых вод превысила 1 мкг/л, причем в этот список попали бентазон, клопиралид, имидаклоприд, которые чаще всего обнаруживают в грунтовых водах при мониторинге в других странах. При оценке риска для млекопитающих и человека для 9 пестицидов риск оценен, как высокий и умеренный, причем 8 из них уже числятся в списке с высоким риском по миграции. Прибавился к общему количеству пестицидов в списке фунгицид фенаримол с высоким риском для млекопитающих (таблица 2, в скобках), его $ПДК_{вод}$ составляет 0,02 мкг/л. Высокий риск для водных организмов показал хлорантранилипрол (таблица 2, в скобках). Он об-

ладает высокой острой и хронической токсичностью для дафний (11,6 и 4,5 мкг/л соответственно).

Таким образом, в список пестицидов для приоритетного регулирования и мониторинга вошли 12 пестицидов, причем наибольшее количество – в связи с высоким риском миграции и риском для млекопитающих, еще 1 пестицид – в связи с риском для гидробионов.

Этот список может быть скорректирован в сторону уменьшения с учетом реальных объемов применения данных пестицидов в регионе. Также в перечень должны быть включены пестициды, используемые в больших объемах (например, 30–50 % от общего рынка средств защиты растений).

Таблица 2 – Данные по риску пестицидов для грунтовых вод

Стандартный сценарий	Высокий риск миграции (прогнозная концентрация >1 мкг $л^{-1}$)	Высокий (R<1) и умеренный (1≤R<10) риск для млекопитающих	Высокий риск для водных организмов (R<1)	Подлежат регулированию и мониторингу
Краснодар	10*	9(1)**	1(1)***	12

* бентазон, имазетапир, клопиралид, оксадиксил, пиклорам, флутриафол, флуопиколид, флуопирам, тиаметоксам, имидаклоприд – по миграции;

** бентазон, имазетапир, клопиралид, оксадиксил, флуопиколид, флуопирам, флутриафол, фенаримол, тиаметоксам (фенаримол) – для млекопитающих;

*** хлорантранилипрол (хлорантранилипрол) – для водных организмов.

Выводы. Рекомендовано использовать расчетные процедуры с использованием математической модели поведения пестицидов PEARL, учитывающей свойства пестицидов и значимые факторы условий их применения, для определения концентраций пестицидов в стоке грунтовых вод.

Предложено использовать трехступенчатую схему для оценки рисков миграции, для млекопитающих и для водных организмов.

Определен предварительный перечень пестицидов – загрязнителей грунтовых вод для стандартного сценария «Краснодар».

ЛИТЕРАТУРА

1. Колупаева В. Н. Формирование перечня пестицидов для их мониторинга в грунтовых водах / В. Н. Колупаева // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – 2018. – Т. XXIX. – № 3. – С. 109–122.

2. THE PPDB – Pesticide Properties Database – URL http: //sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/index.htm (дата обращения 25.01.2020).

3. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов. – URL http: //mcx.ru/ministry/departments/departament-rastenievodstva-mekhanizatsii-khimizatsii-i-zashchity-rasteniy/industry-information/info-gosudarstvennaya-usluga-po-gosudarstvennoy-registratsii-pestitsidov-i-agrokhimikatov/ (дата обращения 10.01.2020).

4. Колупаева В. Н. Моделирование миграции пестицидов в грунтовые воды с помощью модели PEARL и стандартных сценариев регионов России / В. Н. Колупаева, В. С. Горбатов // Актуальные проблемы исследования окружающей среды: Сб. трудов VI Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 150-летию со дня рождения Г. Н. Высоцкого / Сумы, 20–22 мая. – 2015 г. – С. 161–166.

5. Колупаева В. Н. Оценка уязвимости регионов России к миграции пестицидов в грунтовые воды / В. Н. Колупаева, В. С. Горбатов // Тезисы докл. VII съезда Общества почвоведов им. В. В. Докучаева и Всероссийской с зарубежным участием науч. конф. (Белгород, 15–22 августа 2016 г.). Ч. I. / Отв. ред.: С. А. Шоба, И. Ю. Савин. – Москва – Белгород: Издательский дом “Белгород”, 2016 – С. 356–357.

6. ГН 1.2.3539-18. Гигиенические нормативы содержания пестицидов в объектах окружающей среды (перечень). – 2018. – 134 с.

УДК 556.543.31

СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОДЫ РЕКИ ТОМЬ В ПРИГРАНИЧНОЙ АКВАТОРИИ КЕМЕРОВСКОЙ И ТОМСКОЙ ОБЛАСТЕЙ

Торосян Вера Федоровна, *кандидат педагогических наук, ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», филиал в г. Нижневартовске,* ***Россия****, г. Нижневартовск,* torosjaneno@mail.ru

Установлено, что наиболее высокие уровни загрязнения воды в реке Томь наблюдаются в периоды весеннего половодья. Сезонные изменения гидрохимических показателей воды реки Томь в приграничной акватории Кемеровской и Томской областей выявили тенденцию увеличения содержания соединений техногенного происхождения, а также высокое содержание органических веществ в воде р. Томь, что свидетельствует о низкой степени очистки стоков предприятий.

Ключевые слова: экологические проблемы реки, гидрохимические показатели.

SEASONAL CHANGES OF THE HYDRO-CHEMICAL WATER CHARACTERISTICS OF THE RIVER TOM ON THE BORDER OF KEMEROVO AND TOMSK REGIONS

Torosyan V. F.

It has been established that the highest water pollution levels in the river Tom are observed during the spring flood time. Seasonal variations of the hydro-chemical water characteristics of the river Tom on the border of Kemerovo and Tomsk regions revealed the tendency for the anthropogenic products to increase as well as high concentration of organic substances in the water of the river Tom which indicates the low level of industrial waste removal.

Key words: ecological problems of the river, hydro-chemical characteristics.

Глобальное загрязнение окружающей среды становится все более угрожающим. Одну из лидирующих позиций среди загрязнителей водных экосистем занимают органические соединения разных классов и тяжелые металлы. Более 3 млн человек населения Кузбасса обеспечивается водой из бассейна р. Томь, который является типичным примером территории с высокой степенью урбанизации и развитой промышленностью. В пределах водостока р. Томь сосредоточены угледобывающие, машиностроительные, химические, металлургические и др. предприятия.

Сложность и разнообразие химического состава природных вод, способность воды растворять различные вещества, встречающиеся в природе, с образованием растворов солей, газов и органических веществ и, как следствие, изменять физические свойства воды. Возрастающее количество загрязняющих веществ в сточных водах способствуют возникновению современных экологических проблем речных бассейнов. Актуальность комплексного решения этих проблем обусловлена не только осознанием зависимости масштабов экологических катастроф от интенсивности антропогенной нагрузки на речные системы, но и необходимостью конкретных действий по ее снижению и предотвращению деградации рек [1].

Томь − правый приток Оби, самая большая и полноводная река Кемеровской области. Длина реки 827 км, протяженность ее по Кемеровской области 596 км. Река имеет более 115 притоков, наиболее крупные из них: Бельсу, Уса, Мрас-Су, Кондома и другие. Общая площадь водосбора реки Томь 62 тыс. км^2. Интенсивное использование природных ресурсов, создание крупной металлургической и топливно-энергетической базы, развитие «большой химии», рост городов – все это способствовало ухудшению экологического состояния Томи. А между тем роль реки в жизни Обь-Иртышского водного бассейна и его множественных обитателей неоспорима, ведь каждую секунду около 1200 кубических метров воды реки Томь поступают в Обь [2].

Кемеровская область является промышленно развитым субъектом РФ, на долю ее приходится около 4 % территории Западной Сибири. Река Томь является основным источником водоснабжения для населенных пунктов приграничной территории Кемеровской и Томской областей.

Важно отметить, что с 1975 г. снабжение Томска питьевой водой осуществляется только из подземных источников, что связано с загрязнением воды реки Томь на территории Кемеровской области [1, 3]. При этом важно отметить, что до недавнего времени качество питьевой воды, поступавшей в город из палеогеновых горизонтов Обь-Томского артезианского бассейна с глубины 100–400 м, было хорошим. В 2002 г., тогдашний председатель совета ректоров томских вузов Геннадий Рогов с соавторами В. Поповым и В. Коробкиным в монографии «Формирование и эксплуатация подземных вод Обь-Томского междуречья» уверенно говорил об опасности соседства полигона и водозабора в связи с сейсмической активизацией. Авторы указывали, что «в воде ряда режимных скважин в 1990–1992 годах были зарегистрированы техногенные радионуклиды». Содержание их было незначительным [8].

В 2011 г. «Сибирский экологический журнал» опубликовал статью А. Г. Дюкарева, Н Н. Пологова «Состояние природной среды в зоне действия Томского водозабора», в которой исследователями выявлен ряд негативных процессов, происходящих на территории Обь-Томского междуречья. Авторы представили основной показатель деградации природной среды, которым является снижение уровня грунтово-болотных вод, изменение водного режима почв и иссушение мелкозалежных торфяников. Это, в свою очередь, связано с вводом в эксплуатацию Томского водозабора и формированием воронки депрессии в горизонте подземных вод [9].

А между тем миллионы лет назад природа создала громады отрогов Кузнецкого Алатау, Горной Шории, по склонам которых понесла свои холодные воды красавица Томь. В результате вечной борьбы воды и камня по берегам Томи появились огромные массивы скал, на которых сохранились рисунки древнего человека – каменная летопись о том, что жили наши предки охотой и рыболовством, в обрядах и ритуалах формировалось их сложное мироощущение. Эти места требуют особой заботы и сохранения. Одно из таких мест находится рядом с городом Юрга, который расположен на севере Кемеровской области, на правом берегу реки и разделяет Кемеровскую и Томскую области.

Анализ социально-экономического развития Кемеровской области за 1999–2010 гг. показал региональную тенденцию экономического роста. С 1989 по 1998 г. в регионе наблюдался спад промышленного производства. ак в 1998 г. выпуск промышленной продукции сократился по сравнению с 1991 г. в два раза. Наивысшего пика социально-экономический кризис достиг в 1997 г. В 1998–2004 гг. базовая отрасль Кемеровской области − угледобывающая – обеспечила промышленный подъем в регионе, превысив в 1,6 раза показатели, достигнутые в конце 1980-х годов.

Необходимо отметить, что корпорация «Технониколь» в 2006 г. в Юрге начала строить предприятие по производству кровельных и теплоизоляционных материалов ООО «Завод Технониколь − Сибирь», которое с 2007 г. было запущено в эксплуатацию. В связи с этими данными целью нашей работы стало изучение динамики гидрохимических показателей реки Томь в приграничной акватории Кемеровской и Томской областей за период 2005–2015 гг.

В районе города Юрги ширина реки Томь около 700 м, направление ее течения можно определить как северное, замерзает в начале ноября, вскрывается в конце апреля, средняя продолжительность ледостава 158–160 дн, в среднем 175 дн река свободна ото льда.

При исследовании пробы речной воды отбирались ежемесячно выше и ниже города. Непосредственно после транспортировки в аккредитованную лабораторию пробы воды были проанализированы на содержание массовой концентрации ионов аммония, нитрат-ионов, формальдегида, ионов никеля, молибдена, а также общего железа, ионов хрома, марганца с использованием методик ПНД Ф фотометрическим методом. Перманганатная окисляемость и измерение жесткости осуществлялось титриметрическим методом. Основные физико-химические параметры (pH, окислительно-восстановительный потенциал Eh, проводимость, температура) были проанализированы на месте отбора проб. Для определения концентрации нефтепродуктов был использован метод колоночной хроматографии со спектрофотометрическим окончанием, концентрация фенола определялась методом газожидкостной хроматографии. Измерение массовой концентрации ионов кадмия, свинца, меди и цинка в пробах осуществлялась также согласно ПНД Ф методом инверсионной вольтамперометрии.

В результате анализа химического состава вод реки Томь выше и ниже города Юрги выявлены следующие особенности. В течение всего периода величина pH – одного из важнейших показателей, который оказывает влияние на развитие и жизнедеятельность форм ми-

грации элементов, носит сезонный характер и имеет максимальные значения в период осенней межени, а в 2015 г. и в период летней межени является результатом деятельности водных организмов, процессов превращения биогенных элементов. Сточные воды города на этот показатель практически не оказывали влияния.

Значительному сезонному изменению подвергалась минерализация воды в соответствующих пределах 60–490 мг/дм^3 и содержание основных ионов. Минимальные значения минерализации наблюдались в период осенней межени, а максимальные – в паводковый период. Содержание кислорода в поверхностных водах от 0 до 14 мг/л. Биологическое потребление кислорода – это его количество, затраченное на окисление органических веществ (ОВ), которые, в свою очередь, являются прижизненными выделениями обитающих в воде организмов, их остатками, водорастворимым гумусом почвенного и планктонного происхождения, а также поступают в реку со сточными водами.

БПК$_{20}$ в 2005 г. в 2−3 раза превышало ПДК с наибольшим значением в мае, проявляя тенденцию роста на выходе из города в течение всего года. В 2006 и в 2015 г. БПК$_{20}$ проявляло те же тенденции. Причем ниже города значительно превышал значение выше города, что говорит об интенсификации процессов продуцирования и потребления кислорода.

Жесткость воды в течение периода исследования изменялась в пределах, соответствующих критерию «мягкая» (1.12–2.5), в паводковый период уменьшалась, достигая минимального значения 0.98, и имела устойчивое увеличение на 20 % вниз по течению реки Томь.

В пробах воды постоянно присутствовали в незначительных количествах хлориды и сульфаты, содержание которых также значительно возрастало вниз по течению реки. Содержание загрязнителей группы азота наблюдалось в весьма широких пределах, наибольшее значение имело в паводковый период и в течение всего периода возрастало на выходе из города на 20−30 %.

В 2005 г. в пробах воды было обнаружено присутствие высокотоксичного фенола, причем зимой и осенью в содержании выше ПДК в 5 раз. В другие периоды его количество в воде соответствовало нижнему пределу обнаружения согласно соответствующей методике. Зимой 2006 г. в пробах воды присутствие фенола превышало ПДК в 2 раза. В 2012 г. в подледный период содержание фенола выше города в 2 раза превышало ПДК, а в осеннюю межень в 6 раз было выше ПДК на входе в город.

Общей закономерностью для всего периода исследования является повышение содержания железа и марганца в речной воде ниже города в паводковый и предпаводковый период, что может быть связано также с активным смывом их с поверхности талыми водами.

В пробах воды постоянно тестировались тяжелые металлы (ТМ), исследование загрязнения водных объектов которыми занимает важное место. Следует отметить, что содержание таких металлов, как цинк, кадмий, свинец, медь, изменялось симбатно в пределах их обнаружения, что свидетельствует об отсутствии выраженного загрязнения ими вод реки Томь. С 2006 г. в пробах воды ниже города стабильно обнаруживается высокотоксичный формальдегид в количестве, превышающем ПДК, что связано с введением в эксплуатацию в 2007 г. завода по производству материалов на основе базальтового сырья.

Результаты исследований сезонных изменений гидрохимических показателей воды реки Томь в приграничной акватории Кемеровской и Томской областей за весь период свидетельствуют о техногенной нагрузке на реку Томь, а также высоком содержании органических веществ в воде р. Томь, что свидетельствует о низкой степени очистки стоков предприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рейнин В. Е. Техногенное загрязнение речных экосистем / В. Е. Рейнин, Г. Н. Виноградова. – М.: Научный мир, 2002. – 608 с.

2. Дрейлинг Ю. А. Сравнительный анализ качества воды реки Обь / Ю. А. Дрейлинг // Безопасность жизнедеятельности. – 2008. – № 1(85). – С. 34–38.

3. Рогов Г. М. Водно-экономические проблемы г. Томска в контексте экологической безопасности / Г. М. Рогов, О. Д. Лукашевич, В. К. Попов // Безопасность жизнедеятельности. – 2008. – № 1(85) – С. 25–29.

4. Norwegian Defence Research Establiishment, P.O. Box 25, N-2007, Kjeler, Norway, FFITOX/692/U-072, FFI Rapport – 98/04827, ISBN 82-464-0290-0, 24 September, 1998, 55 p.

5. Рогов Г. М. Гидрогеология и геоэкология Кузнецкого угольного бассейна / Г. М. Рогов. – Томск : Изд-во ТГАСУ, 2000. – 167 с.

6. Рогов Г. М. Формирование и эксплуатация подземных вод Обь-Томского междуречья / В. К. Попов, В. А. Коробкин, Г. М. Рогов и др. – Томск : Изд-во ТГАСУ 2002. – 136 с.

7. Попов В. К. Эколого-экономические аспекты эксплуатации подземных вод Обь-Томского междуречья / В. А.Коробкин, Г. М. Рогов и др. – Томск : Изд-во ТГАСУ, 2003. – 174 с.

8. Дюкарев А. Г. Состояние природной среды в зоне действия Томского водозабора / А. Г. Дюкарев, Н. Н. Пологов // Сибирский экологический журнал. Новосибирск : СО РАН, 2011. – Т. 1 – С. 123–135.

9. Оуян Ю., Nkedi-Kizza, П., Ву, В., Shinde, Д., Хуанг, С. 2006. Оценка сезонных колебаний качества поверхностных вод. Исследование воды, 40, 3800–3810.

10. Delpla, I., Jung, A.-V., Baures, E., Clement, M. and Thomas, O. 2009. Impacts of climate change on surface water quality in relation to drinking water production // Environment International, 35, 1225–1233.

УДК 628.16

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ НИТРАТОВ МАТЕМАТИЧЕСКИМ ПЛАНИРОВАНИЕМ

Андреюк Светлана Васильевна, *УО «Брестский государственный технический университет», **Беларусь**, г. Брест, a_asv75@mail.ru*

Житенев Борис Николаевич, *кандидат технических наук, УО «Брестский государственный технический университет», **Беларусь**, г. Брест, a_asv75@mail.ru*

Эффективность исследований процесса очистки воды от нитратов повышается с использованием метода оптимального планирования многофакторного эксперимента. Результаты математического описания дают информацию о влиянии факторов ионного обмена на остаточную концентрацию нитратов.

Ключевые слова: очистка, подземные воды, нитраты, планирование, эксперимент, ионообмен.

EFFICIENCY OF RESEARCHES OF WATER TREATMENT FROM NITRATES BY MATHEMATICAL PLANNING

Andreyuk S. V., Zhitenev B. N.

The effectiveness of research on water purification from nitrates is increased by using the optimal plan for the factor experiment. The results of the mathematical description provide information on the effect of ion-exchange factors on the concentration of residual nitrate ion.

Keywords: purification, nitrates, groundwater, planning, experiment, ion exchange.

В настоящее время одной из важнейших проблем в природоохранной деятельности является загрязнение подземных вод соединениями азота: нитратами, нитритами, азотом аммонийным. Увеличение и накопление соединений азота в подземных водах требует, как снятия антропогенных нагрузок, так и улучшения качества питьевой воды путем применения прогрессивных и экономичных методов водоподготовки [1]. При этом эффективность исследований процесса очистки воды от нитратов повышается с использованием метода оптимального планирования многофакторного эксперимента.

Многофакторный эксперимент широко применяется в современной научной деятельности и является эффективным средством обработки и планирования экспериментальных исследований [2]. Планированием многофакторного эксперимента называется процедура выбора числа опытов и условий их проведения, необходимых для решения поставленной задачи с требуемой точностью.

Протекание процесса количественно характеризуется одной или несколькими величинами, например, эффект очистки воды, остаточное содержание примеси (например нитратов) и т. п. Такие величины называют функциями отклика. Математические методы оптимального планирования экспериментов позволяют получить математическую модель процесса даже при отсутствии данных о его механизме.

Математические модели, полученные с помощью методов планирования экспериментов, принято называть экспериментально-статистическими [4, 5]. При применении статистических методов планирования эксперимента математическое описание представляется в виде полинома: Y=f(x1,x2,x3…..xn), где Y – функция отклика (величина, качественно характеризующая протекание процесса), а x1, x2, x3 – влияющие факторы (аргументы) исследуемого процесса. При этом ценность математического описания заключается в том, что оно дает информацию:

• о закономерностях влияния отдельных факторов на функцию отклика;

• позволяет количественно определить значение функции отклика при заданных значениях факторов;

• может служить основой для оптимизации процесса.

Исследования механизма очистки воды от нитратов методом ионного обмена проводились на кафедре водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов Учреждения образования «Брестский государственный технический университет» и были выполнены на экспериментальной установке, представляющей собой модель ионообменного фильтра – фильтрационную колонку, загруженную ионообменной смолой. В качестве загрязненной воды использовали водопроводную воду с добавкой нитратов в количестве 90÷100 мг/дм^3, что соответствует концентрации, в два раза превышающей предельно допустимую (45 мг/дм^3 по нитратному азоту). Целью экспериментальных исследований являлось изучение влияния на эффективность процесса очистки воды от нитратов основных факторов при работе ионообменной колонки:

– скорости фильтрации воды V, м/ч;

– высоты загрузки фильтрационной колонки h с учетом ее диаметра d;

– температуры обрабатываемой воды t,°С.

Поскольку процесс ионообменной очистки является многофакторным, с целью сокращения затрат времени и материальных средств на выполнение исследований был применен математический метод оптимального планирования эксперимента, позволивший получить математическую модель процессов ионообменной очистки воды от нитратов [3]. Процесс нахождения математической модели включал в себя: планирование эксперимента, проведение эксперимента на объекте исследований; проверка воспроизводимости эксперимента; получение математической модели объекта с проверкой статистической значимости выборочных коэффициентов регрессии; проверка адекватности математического описания.

Для нахождения области оптимума был произведен экспериментальный поиск и затем в оптимальной области осуществлен ротатабельный план второго порядка, при котором факторы варьировались на пяти уровнях.

Проверка воспроизводимости опытов осуществлялась с помощью критерия Кохрена. Значимость коэффициентов регрессии определялась с учетом значения критерия Стьюдента. Адекватность зависимостей подтверждена по критерию Фишера при 5%-ном уровне значимости. Результаты эксперимента были обработаны на ЭВМ, на основании чего составлено уравнение регрессии Э=f(V, H/d, t) в виде многочлена второй степени от трех переменных (в физических переменных):

$$y = 63,63 - 1,24v - 7,86(h/d) - 3,14t + 0,05v^2 + 0,56(h/d)^2 + 0,07t^2 .$$

С помощью данного уравнения можно прогнозировать эффективность работы установки в определенном режиме ведения процесса очистки воды. Полученная экспериментально-статистическая модель позволяет представить поверхность отклика на факторной плоскости линиями зависимости остаточной концентрации нитратов Y от высоты загрузки фильтрационной колонки h при определенном диаметре d, от скорости фильтрации V, от температуры обрабатываемой воды t.

Анализ уравнения по определению Y в зависимости от h, V и t, выполненный с использованием свойства функции, имеющей экстремум (в точке экстремума первая производная функции равна нулю), позволил установить, что минимальная остаточная концентрация нитратов в процессе ионообменной очистки воды достигается при определенных значениях исследованных факторов (рисунки 1, 2).

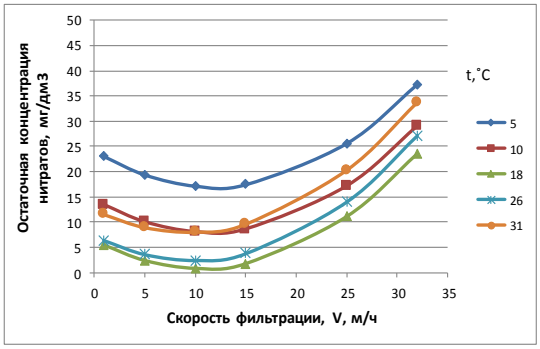


Рисунок 1 – Влияние скорости фильтрации V, м/ч, на процесс удаления нитратов при различной температуре воды t,˚C, и параметре H/d=5,6

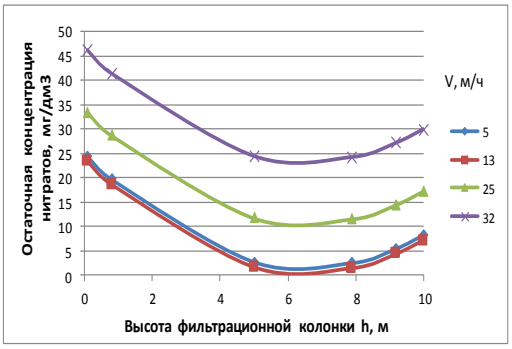


Рисунок 2 – Влияние параметра h, м, на процесс удаления нитратов при различной скорости фильтрации V, м/ч и температуре воды t=19˚C

Таким образом, ценность полученного математического описания на основе планирования многофакторного эксперимента заключается в том, что оно, во-первых, дает информацию о влиянии факторов; во-вторых, позволяет количественно определить значения функции отклика при любом заданном режиме ведения процесса очистки воды от нитратов.

ЛИТЕРАТУРА

24.Андреюк С. В. Исследование методов физико-химической очистки природных вод от нитратов / С. В. Андреюк // Сб. науч. статей Междунар. науч.-практ. конфер., Брест, 6–8 апреля 2016 г. : в 2-х ч. / УО «Брестский гос. технический ун-т»; под ред. А. А. Волчек [и др.]. – Брест, 2016. – Ч.II. – С. 159–163.

25.Дегтярев Д. А. Пошаговая методика проведения многофакторного эксперимента. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://manyfactors.ru. – Дата доступа: 07.01.2019.

26.Житенев Б. Н. Планирование многофакторного эксперимента на примере ионообменной очистки воды от нитратов / Б. Н. Житенев, С. В. Андреюк // Вестник БрГТУ. – 2019. – № 2 : Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – С. 126–130.

27.Мухачёв В. А. Планирование и обработка результатов эксперимента : учеб.-метод. пособие / В. А. Мухачев . – Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2007. – 118 с.

28.Саутин С. П. Планирование эксперимента в химии и химической технологии. – Л. : Химия, 1975. – 47 с.

УДК 543.34

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ АЗОТ- И ФОСФОРСОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ В ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ

Гаджиева Севиндж Рафиг кызы, *доктор химических наук, профессор, Бакинский Государственный Университет,* ***Азербайджанская Республика****, г. Баку*

Алиева Тарана Ибрагим кызы, *кандидат химических наук, Бакинский Государственный Университет,* ***Азербайджанская Республика****, г. Баку*

Рустамова Ульвия Нуширеван кызы, *кандидат химических наук, Бакинский Государственный Университет,* ***Азербайджанская Республика****, г. Баку*

Эвтрофикация – процесс биологического роста в водоемах в результате увеличения количества питательных веществ. При этом происходит увеличение температуры воды, появляются неприятные вкус и запах, меняется цвет воды, разрастаются водоросли, ухудшается жизнедеятельность рыб. Загрязнение биогенными элементами при стоке сточных, дождевых и сельскохозяйственных вод в водоемы ускоряет процесс эвтрофикации. При увеличении содержания C, N и P в водоемах начинается массовое развитие водорослей. При поглощении углекислого газа водами (при высоких значениях pH) снижается содержание углерода в воде. При глубоком очищении сточных вод, спускаемых в водоемы, попадание азота и фосфора в водные бассейны предотвращается. При механической очистке содержание азота и фосфора уменьшается на 8–10 %, при биологической очистке – на 35–50 %, а при глубоком очищении – на 98–99 %.

Ключевые слова: сточные воды, аммиак, аммонийные соли, нитраты, азот, эвтрофикация, гиперфильтрация, электролиз.

SEWAGE TREATMENT FROM NITROGEN AND PHOSPHORUS CONTAINING COMPOUNDS IN AQUEOUS ECOSYSTEMS

Hajiyeva S. R., Aliyeva T. I., Rustamova U. N.

Eutrophication is a process of biological growth of water basins, due to the increase in the balance of some substances (in particular nourishing substances). At this time, the temperature of the water increases, the taste and smell occur, the color of the water changes, the algae grow, and the vital activity of fishes decreases. The flow of drainage and rain water, agricultural fields waters into the water basin accelerates pollution evtrophy with biogenic elements. As the C, N, and P in water basin grows, mass production of algae begins. It is relatively difficult to reduce carbon density in water when airborne carbon dioxide is absorbed by water (at higher pH values). During the deep treatment of sewage in waters discharged into water bodies, nitrogen and phosphorus are prevented from entering the water basin. Mechanical cleaning reduces the amount of nitrogen and phosphorus by 8–10 %, in biolo gical treatment by 35–50 %, deep cleaning by 98–99 %.

Keywords: wastewater, ammonia, ammonium salts, nitrates, nitrogen, eutrophication, hyperfiltration, electrolysis.

По предписанию ВОЗ, содержание нитратов в питьевой воде не должно превышать 45 мг/л. Содержание азотных и фосфорных соединений влияет на общую продуктивность водных бассейнов, поэтому эти явления являются основными показателями при оценке степени загрязненности водоемов. Для снижения роста водорослей в водоемах применяются гербициды. Увеличение содержания нитратов представляет опасность для здоровья человека. Для устранения азота, присутствующего в сточных водах в виде аммиака, аммонийных солей и нитратов, используются следующие методы:

1) продувка аммиака;
2) устранение нитратов ионным обменом;
3) гиперфильтрация, электролиз;
4) восстановление нитратов до молекулярного азота химическими и биологическими методами.

Метод продувки аммиака основывается на снижение диссоциации аммиака в сильнощелочной среде. При этом образуется газообразный аммиак и его можно продуть воздухом. Эффективность метода составляет около 90 %. Аммиак устраняют в дегазаторах, используя деревянные насадки. При использовании ионообменных фильтров (цеолит, заполненный селективной смолой) отгонка азота при его скорости фильтрации 14,7 м/с составляла 90 %. Исходная концентрация – 16 мг/л.

Очистка сточных вод от фосфорных соединений. При содержании фосфора в водных бассейнах 0,001 мг/л эвтрофикация не наблюдается. Опасно содержание фосфора в сточных водах, превышающее допустимое количество 0,01–0,1 мг/л. Основным источником фосфора в промышленных сточных водах являются синтетические поверхностно-активные вещества. Большая часть фосфора находится в растворимой форме. При обработке сточных вод химическими реагентами, полиэлектролитами, они очищаются. Если общее содержание фосфора будет составлять 15–20 мг/л, а PO_4^{3-}ионов 7–9 мг/л, характерное загрязнение сточных вод можно уменьшить на 90 %. Остаточное содержание фосфора в очищенной речной воде составляет 2–3 мг/л, а фосфатов 0,2–0,4 мг/л. Вследствие коагуляции самая высокая эффективность глубокой очистки наблюдается в фильтрате при содержании 3 мг/л, при этом $БПК_5$ снижается на 60–80 %, а ХПК – на 40–60 %. В химически очищенной морской воде содержание фосфора составляет 2–3 мг/л, а фосфатов – 0,2–0,4 мг/л.

Наилучший реагент для химической очистки фосфора – сульфат алюминия. В этом случае значение pH среды остается в пределах нормы. В качестве коагулянта используются промышленные стоки, содержащие Fe(II). При внесении в аэротенки подкисленных солей Al^{3+} и Fe^{2+} активный ил разлагается и в результате гидролиза алюминия щелочность воды приближается к нулю. Поскольку процесс нитрификации понижает щелочность, при пониженном pH вод химическое осаждение фосфора нужно проводить до стадии нитрификации. Доза реагента в сточных водах зависит от первичной концентрации фосфора. При содержании фосфора 10 мг/л соотношение с необходимым количеством реагента составляет 1 : 1. При содержании фосфора в сточных водах более чем 10 мг/л эффективность химического осаждения фосфора уменьшается. В соотношении 1 : 1 стабильное значение составляет 70 %, при 1,5-кратном увеличении дозы оно достигает 80 %.

Реакция восстановления азотсодержащих соединений до свободного азота, устранение углерода, процессы нитрификации и денитрификации сопровождаются применением изолированного ила. Поскольку устранение углерода протекает одновременно с нитрификацией, аэрация проходит более длительное время. В процессах денитрификации применяются смесительные резервуары, мелкозернистые колонки с диаметром частиц 2–4 мм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Майстренко В. Н. Эколого-аналитический контроль суперэкотоксикантов / В. Н. Майстренко, Р. З. Хамитов, Г. К. Будников. – М. : Химия, 1996. – 319 с.

2. Израэль Ю. А. Экология и контроль состояния природной среды / Ю. А. Израэль. – Л. : Гидрометеоиздат, – 1984. – 560 с.

3. Никаноров А. М. Мониторинг качества вод : оценка токсичности / А. М. Никаноров, Т. А. Хоружая, А. В. Жулидов. – СПб. : Гидрометеоиздат, 2002. – 124 с.

УДК 550.46

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОЗЕРА ЗАБРАТ

Гаджиева Севиндж Рафиг кызы, *доктор химических наук, профессор, Бакинский Государственный Университет,* ***Азербайджанская Республика****, г. Баку*

Алиева Тарана Ибрагим кызы, *кандидат химических наук, Бакинский Государственный Университет,* ***Азербайджанская Республика****, г. Баку*

Байрамов Гияс Ильяс оглы, *доктор химических наук, профессор, Бакинский Государственный Университет,* ***Азербайджанская Республика****, г. Баку*

Велиева Зарифа Талыб кызы, *кандидат химических наук, Бакинский Государственный Университет,* ***Азербайджанская Республика****, г. Баку*

В современных условиях озера также находятся в состоянии экологического стресса. Озера Абшеронского полуострова играют важную роль в увлажнении климата, в очищении воздушного бассейна столицы. Озера (до 700) играют определенную роль в формировании природного запаса вод Азербайджана. Только в 250-и из них бывают постоянные запасы воды. Озера Бёюкшор, Масазыр, Кюрдаханы, Ходжасан, Бинагади, находящиеся на территории Абшерона и Гобустана, являются солёными.

Ключевые слова: Абшеронский полуостров, нефтепродукты, бытовые отходы, легкие фракции нефти, биохимический расход кислорода в озере.

ECOLOGICAL STATUS AND POLLUTION OF LAKE ZABRAT

Hajiyeva S. R., Aliyeva T. I., Bayramov G. I. Velieva Z. T.

In our problematic world, lakes also have problems, which today, so to speak, are in a state of environmental stress. The lakes of the Absheron peninsula play an important role in humidifying the climate, in cleaning the air basin of the capital. Lakes (up to 700) play a role in the formation of the natural water reserve of Azerbaijan. Only 250 of them have constant supplies of water. Lakes Boyukshor, Masazir, Kurdakhany, Khojasan, Binagadi located on the territory of Absheron and Gobustan are salty.

Keywords: Absheron peninsula, petroleum products, household waste, light oil fractions, biochemical oxygen consumption in the lake.

Небольшое озеро Забрат находится в неудовлетворительном экологическом состоянии. Оно расположено в центре Абшеронского полуострова, в Сабунчинском районе города Баку.

Сточные воды поступают из хозяйственных и других объектов и частных домов в Сабунчинском районе города, которые строятся вокруг озера и не оборудованными канализационными системами. В настоящее время ежедневно из различных источников в озеро поступает и 8000 м^3 промышленной и бытовой воды. Одним из основных источников загрязнения озера является свалка бытовых отходов в поселке Забрат в Сабунчинском районе в восточной части озера. Основным источником загрязнения озера Забрат был сброс нефтяных разливов, образующихся при добыче нефти с 30-х гг. XX в. С 1970-х гг. фекальные, бытовые и промышленные воды были сброшены через открытые каналы без процесса очистки в озеро, что серьезно ухудшило санитарное состояние Забрата – дно озера и береговая линия загрязнены нефтепродуктами, а также бытовыми отходами. Из-за испарения нефтепродуктов в жаркую погоду в атмосферу выделяются легкие фракции нефти с и острым запахом.

В соответствии с минерализацией воды озеро Забрат относится к группе водно-соленых озер, а минерализация его воды намного выше, чем у других. Режим кислорода в озере полностью нарушен. Одной из основных причин, по которой растворимого кислорода относительно мало в воде озера Забрат, является ускорение биологических процессов в результате окисления загрязняющих веществ. Вот почему биохимический расход кислорода в озере Забрат в несколько раз выше. В результате влияния природных факторов и сточных вод в озеро концентрации катионов и анионов в воде также резко возрастают с увеличением минерализации озера Забрат. Таким образом, количество кальция, магния и хлоридов выше санитарной нормы, а сульфатов в несколько раз выше. Концентрации нефтепродуктов и фенолов, которые являются основными загрязнителями озера, во много раз выше ПДК. Медь, кадмий, железо, цинк, марганец и другие тяжелые металлы как основные загрязнители озера Забрат и синтетические поверхностно-активные вещества превышают ПДК в несколько раз.

Изменение уровня Каспийского моря также влияет на экологические условия озера и его гидрологический режим. По мере повышения уровня моря уровень грунтовых вод также увеличивается, в результате чего увеличивается количество воды в озере. Подготовлена государственная программа социально-экономического развития города Баку и его поселений на 2014–2016 гг., утвержденная приказом Президента Азербайджана И. Г. Алиева от 17 января 2014 г., разработан проект экологической реабилитации для улучшения, охраны и использования озеров Абшеронского полуострова. Проект экологической реабилитации озера будет реализован в два этапа. Работы идут и в настоящее время, результаты положительные.

Организована серьезная работа по обеспечению экологической безопасности защитной зоны озера и предотвращению также загрязнения озера и прибрежных районов от бытовых и строительных отходов. Таким образом, озеру будет возвращен его естественный вид, уровень воды будет регулироваться, экосистема будет восстановлена.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рустамов С. Г. Водные ресурсы Азербайджана / С. Г. Рустамов. – Баку : Эльм, 1989. – 181 с.

2. Мустафаев И. Озера Абшерона : отчет проекта, воплощенного в жизнь на основе гранта организации ISAR. Баку: Экологическое общество Русгяр / И. Мустафаев. – Баку, 2001. – 52 с.

УДК 631.6.02:614.7

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ РЕК БАССЕЙНА АМУДАРЬИ И ИХ ОХРАНА

Усманов Ислам Аббасович, *доктор медицинских наук, Научно- исследовательский институт ирригации и водных проблем,* ***Узбекистан****, г. Ташкент, islamabbasovich@gmail.com*

Магай Модест Петрович, *кандидат медицинских наук, Управление санэпиднадзора ГМУ при администрации Президента Республики Узбекистан,* ***Узбекистан,*** *г. Ташкент, modest.mag.45@gmail.com*

Цель исследований состояла в оценке качества воды водных объектов бассейна реки Амударьи, используемых населением для хозяйственно-питьевого водопользования, и разработке мер по их охране от дальнейшего загрязнения. Проведена оценка качества воды изученных рек от истока до устья. Установлено, что наиболее высокие уровни загрязнения воды отмечаются на участках рек после сброса недостаточно очищенных хозяйственно-бытовых сточных вод населенных пунктов. Разработаны рекомендации по охране рек бассейна Амударьи.

Ключевые слова: реки Кашкадарья и Сурхандарья, питьевое водоснабжение населения, химические, микробиологические и органолептические показатели качества воды.

AMUDARYA BASIN RIVERS WATER QUALITY ASSESSMENT AND THEIR PROTECTION

Usmanov I. A., Magay M. P.

The purpose of the research was to assess the Amudarya river basin surface water bodies water quality used by the population for domestic and drinking water use and to develop measures to protect them from further pollution. The water quality assessment of the studied rivers from source to main stream is carried out. It has been established that the water pollution highest levels are observed in river sections after discharge of insufficiently treated domestic sewage from settlements. Recommendations on the protection of Amu Darya basin rivers have been developed.

Key words: Kashkadarya and Surkhandarya rivers, drinking water supply for the population, chemical, microbiological and organoleptic indicators of water quality.

Введение. На сегодняшний день проведены единичные исследования, посвященные оценке качества воды водных объектов в нижнем течении бассейна реки Амударьи и возможности их использования для питьевых целей [1, 2, 3].

Цель исследований состояла в оценке качества воды водоёмов бассейна Амударьи, используемых населением для питьевого водопользования, и разработке мер по их охране.

Методика исследований. Исследование качества воды поверхностных водоёмов в бассейне реки Амударьи, показатели и периодичность проведения анализов отобранных проб воды по сезонам 2018 г. осуществляли в соответствии с ГОСТ 951:2011 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора».

Результаты исследований и их обсуждение. Установлено, что в реке Кашкадарье дефицит растворенного кислорода по величинам биохимического потребления кислорода (БПК) возрастает ниже по течению реки и показатели достигают максимального уровня в нижнем течении (устье). Максимальные значения общей минерализации воды определялись в летний период (рисунок 1).

Аналогичная динамика формирования качества речной воды установлена по показателю общей жесткости. В среднем и нижнем течении в речной воде количество лактозоположительных кишечных палочек (ЛКП) в 2,39 и 3,2–3,9 раза соответственно превышает установленный норматив. При этом по мере продвижения воды микробное загрязнение воды по количеству кишечных палочек (*E. coli*) увеличивается.

Закономерности формирования качества воды реки Сурхандарья характеризуются тем, что в верховье реки вода соответствует требованиям гигиенического стандарта 951:2011. Однако в нижнем течении качество воды реки не отвечает предъявляемым требованиям по количеству растворенного в воде кислорода (БПК), показателям общей жесткости, минера-

лизации и индекса кишечных бактерий. Наиболее высокие показатели бактериального загрязнения воды установлены в летний период времени (рисунок 2).

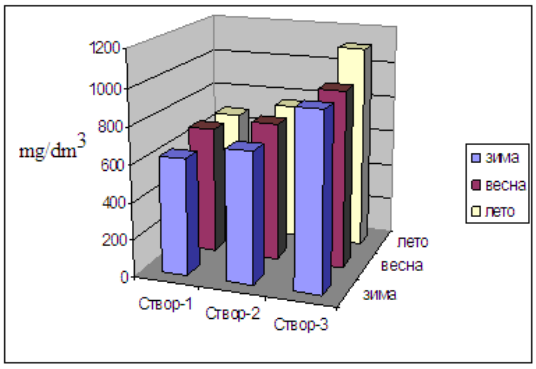


Рисунок 1 – Сезонная динамика общей минерализации р. Кашкадарьи

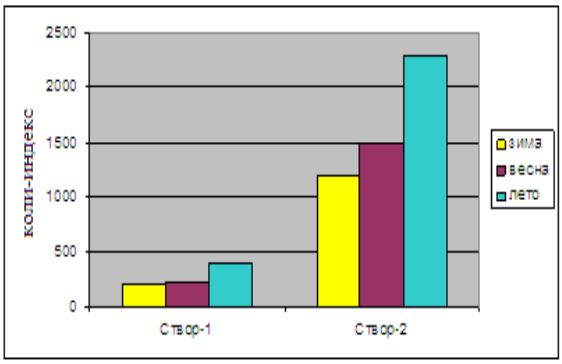


Рисунок 2 – Сезонная динамика коли-индекса в воде р. Сурхандарья

***Выводы*:**

1. Качество воды в нижнем течении реки Кашкадарья по микробиологическим показателям не соответствует требованиям стандарта на источники водоснабжения.

2. Формирование качества воды реки Сурхандарья характеризуется тем, что в нижнем её течении отмечается динамика ухудшения качества воды по величинам БПК, минерализации и индекса кишечных бактерий.

3. Качество воды реки Шерабаддарья на всем протяжении отвечает требованиям действующего стандарта.

4. С целью охраны водных объектов разработаны «Методические рекомендации по совершенствованию мониторинга за качеством воды водоёмов бассейна Амударьи».

ЛИТЕРАТУРА

1. Ходжаева Г. А. К вопросу совершенствования мониторинга водных объектов в Узбекистане / Г. А. Ходжаева, А. К. Мусаева // Экология и строительство. – 2017. – № 3. – С. 4–9.

2. Хасанова М. И. Об охране водоёмов и питьевого водопользования в Узбекистане / М. И. Хасанова // Экология и строительство. – 2018. – № 1. – С. 9–13.

3. Усманов И. А. Совершенствование экологического мониторинга за водоёмами бассейна среднего течения реки Сырдарьи / И. А. Усманов // Экология и строительство. – 2017. – № 1. – С. 10–14.

УДК 504.4.054

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МАЛЫХ РЕК ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Степанова Наталия Егоровна, *кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный агарный университет»,* ***Россия****, г. Волгоград, nat_stepanowa@mail.ru*

Проблема малых рек в последнее время все чаще обсуждается на заседаниях руководителей представительных органов местного самоуправления Волгоградской области. Впервые в Волгоградской области утверждена долгосрочная целевая программа «Использование и охрана водных объектов, предотвращение негативного воздействия вод на территории Волгоградской области на 2013–2020 годы».

Ключевые слова: малые реки, загрязнение, индекс, экологическое состояние, сельское хозяйство.

PROBLEMS OF THE ECOLOGICAL STATE OF SMALL RIVERS IN THE VOLGOGRAD REGION

Stepanova N. E.

The problem of small rivers has recently been increasingly discussed at meetings of heads of representative local government bodies in the Volgograd region. For the first time in the Volgograd region, the long-term target program "Use and protection of water bodies, prevention of negative impact of water on the territory of the Volgograd region for 2013-2020"was approved.

Keywords: small rivers, pollution, index, ecological state, agriculture.

Независимо от своего месторасположения малые реки одинаково страдают от загрязнения, обмеления, ощущают негативные последствия хозяйственной деятельности человека. Самовольная и неконтролируемая распашка прибрежных земель, незаконное строительство частных и коммерческих объектов лишь усугубляют ситуацию.

Целью написания статьи является изучение экологического состояния реки Лиска Клетского района Волгоградской области.

Информационной основой обеспечения достоверности сделанных в процессе проведенного исследования выводов послужили данные о состоянии рек Волгоградской области, в частности реки Лиска Клетского района, представленные ФГУ «Управление водными ресурсами Цимлянского водохранилища» и ГУ «Волгоградский областной центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды».

По Клетскому району протекают 6 малых рек, в том числе река Лиска – 106 км, а также реки: Чир – 361 км, Добрая – 51 км, Левая Добрая – 39 км, Солоная – 36 км, Аксенец – 51 км. В Клетском районе насчитывается 46 прудов.

Лиска является левым притоком реки Чир, относится к бассейну реки Дон. Протекает по территории Волгоградской области на протяжении 106 км. Берёт начало на отрогах Донской гряды в районе с. Муковнин на высоте более 100 м. Протекает через Клетский и Суровикинский районы и впадает в Цимлянское водохранилище севернее села Бурацкий. В бассейне р. Лиска хозяйствами используется 73,74 тыс. га, или 90 % территории, 0,1 % занято населенными пунктами и городами [1, 2].

Территория бассейна р. Лиска приурочена к глубокой Днепровско-Донецкой впадине. По характеру рельефа бассейн р. Лиска представляет собой овражно-балочную равнину. Склоны ее высотой 20–25 м, пологие, нерасчлененные, сложены суглинком и черноземом, покрыты степной растительностью и сельскохозяйственными культурами.

При обследовании русел берегов поймы были выявлены и отмечены отрицательные факторы, влияющие на экологическую обстановку в этом районе. Рельеф левого берега холмистый, изрезан овражно-балочной сетью. Пляжные отмели сменяются обрывистыми участками берега. Высота берега колеблется от пляжного до 30 м над уровнем воды. В отдельных местах на обрывистых участках берега наблюдаются активные абразионно-обвальные процессы, коренные породы под воздействием физического выветривания трещиноватые, рыхлые. Забор воды для анализа отбирали в устье р. Лиска, по данным анализа наблюдалось очень значительное превышение ПДК такого вещества, как марганец (таблица 1). Соединения марганца попадают в водоем в результате процесса разложения остатков водных растений, в результате смыва гумусовых кислот из почв с водосборной площади [3].

Таблица 1 – Загрязняющие вещества реки Лиска

№ п/п	Загрязняющее вещество	ПДК, мг/л	Количество загрязняющего вещества в реке Лиска, мг/л	Отношение к ПДК
1	Азот нитритный	0,02	0,134	6,7
2	Марганец	0,01	0,265	26,48
3	Нитриты	0,08	0,44	5,50
4	Сульфаты	100	360	3,6
5	Фосфаты	0,05	0,096	1,92
6	Нефтепродукты	0,05	0,115	2,29
7	Магний	40	89,6	2,24
8	Натрий	120	246	2,05
УКИЗВ		8,9		

Для оценки загрязненности воды в настоящее время получил широкое практическое применение удельный комбинаторный индекс загрязненности воды (УКИЗВ), который представляет собой комплексный показатель степени загрязненности поверхностных вод. Значение УКИЗВ для р. Лиска за 2015 г. составляет 8,9, что, согласно классификации качества воды водотоков по значению удельного комбинаторного индекса загрязненности воды, соответствует очень грязной воде.

Основным источником загрязнения от сельскохозяйственного производства являются навозосодержащие стоки от животноводческих ферм, сточные воды от ремонтно-механических объектов. Источником загрязнения рек являются также удобрения, смываемые с полей талыми и дождевыми водами, особенно при несоблюдении технологии их внесения.

Клетский район – один из немногих в регионе, где на должном уровне сохранилось животноводство. Поголовье крупного рогатого скота в коллективных и личных подсобных хозяйствах составляет более 8 тыс. голов, личное подворье – важнейший фактор экономического развития района. По сравнению с современным уровнем отбор поверхностных и подземных вод на хозяйственные нужды будет возрастать. Так как в настоящее время на центральных усадьбах хозяйств очистных сооружений нет, с учетом их дальнейшего благоустройства на 2026 г., проектом рекомендуется строительство очистных сооружений заводского изготовления. Мощность очистных сооружений на центральных усадьбах принята с учетом очистки сточных вод от бытовых стоков населения и доочистки животноводческих стоков от свиноферм. Утилизация стоков с очистных сооружений предусматривается на прудах-испарителях.

Для предотвращения попадания загрязняющих стоков в р. Лиска и ее притоков, рекомендуется: устройство навозонакопителей и ливненакопителей для хранения и утилизации навоза и ливневых стоков с территории ферм, дамб обвалования вокруг ферм; строительство очистных сооружений и сооружений по доочистке сточных вод от свиноферм, прудов-испарителей. Вдоль берега р. Лиска необходимо создать прирусловые лесные полосы. Они предотвратят попадание в реку загрязняющих веществ при сливе вод паводков и половодий с поймы, защитят берега от эрозии, оползней и абразии, улучшат санитарное состояние прибрежной полосы, содействуя процессам самоочистки воды, образуя ниши для диких животных и птиц, способствуя регулируемой рекреации [4, 5].

В результате изучения природно-экономических условий бассейна р. Лиска выявлено, что Клетской район Волгоградской области имеет большой потенциал в развитии сельского хозяйства. Выявлено, что основными направлениями использования водных ресурсов являются: сельское хозяйство, сельскохозяйственные предприятия, население, животноводство. Расчистка русла р. Лиска позволит снизить риск подтопления земель, уменьшит влияние на прибрежные земли, а также будет обеспечен требуемый объем воды в русле реки для удовлетворения запросов водопотребителей и водопользователей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Власова Т. В. Сохранение малых рек Волгоградской области. Река Лиска [Электронный ресурс] / Т. В. Власова. – Издательство «Олимп» (Иваново) // Наука, образование и культура, 2015. –- № 3. – С. 5–6. – Режим доступа : http://elibrary.ru/item.asp?id=25125205.

2. Государственная программа Волгоградской области «Использование и охрана водных объектов, предотвращение негативного воздействия вод на территории Волгоградской области» на 2014–2020 годы (с изменениями на: 10.02.2017) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://docs.cntd.ru/document/460212141.

3. Мусаелян С. М. Оценка водных ресурсов малых рек Волгоградской области с целью строительства плотин и водохранилищ [Текст] / С. М. Мусаелян, А. В. Соловьев // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. – 2011. – № 25. – С. 311–319.

4. Степанова Н. Е. Экологические проблемы малых рек Клетского района Волгоградской области / Н. Е. Степанова, Н. С. Каужанов // Экология региона: проблемы и пути их ре-

шения : Материалы университетской студенческой науч.-практ. конф. (13 апреля 2018 г.). – Волгоград. – ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ. – С. 15–18.

5. Степанова Н. Е. Экологические проблемы реки Медведица Жирновского района Волгоградской области / Н. Е. Степанова, А. А. Михайлин // Материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию со дня рождения Мелихова Михаила Николаевича (5–7 декабря 2017 г.). – Волгоград : ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2018. – С. 99–101.

УДК 542.8; 54.064

ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРИРОДНЫХ ВОД НА ТЕРРИТОРИИ АСТАРИНСКОГО РАЙОНА АЗЕРБАЙДЖАНА

Гаджиева Севиндж Рафиг кызы, *доктор химических наук, профессор, Бакинский Государственный Университет,* ***Азербайджан****, г. Баку*

Алиева Тарана Ибрагим кызы- *кандидат химических наук, Бакинский Государственный Университет,* ***Азербайджан****, г. Баку, tarana_chem@mail.ru*

Для проведения исследовательских работ были взяты пробы природных вод на территории Астаринского района. Была проведена экологическая оценка 5 проб природных вод, взятых с этой территории. Были взяты пробы из следующих водных объектов: Каспийское море на территории Астаринского района; река Пенсер (Тенгеруд); реки Камышовка, Келедехне; коллекторный канал Шахагаджы. Анализы проводились в Комплексной исследовательской лаборатории ГНКАР, в Комплексной аналитической исследовательской лаборатории Национального мониторингового Департамента по Окружающей среде и в лаборатории кафедры Экологической химии БГУ. В этих лабораториях было определено более 20 параметров природных вод, в том числе содержание тяжелых металлов.

Ключевые слова: Астаринский район, природные воды, тяжелые металлы, нитриты, фенол, анионы, сульфаты, градуировочные графики

CHEMICAL ANALYSIS OF NATURAL WATERS IN THE TERRITORY OF THE ASTARA REGION OF AZERBAIJAN

Gadzhieva S.R., Aliyeva T.I.

For research work, natural water samples were taken on the territory of the Astara district. An environmental assessment of 5 natural water samples taken from this territory was carried out. Samples were taken from the following bodies of water: a sample of water from the Caspian Sea taken from the territory of the Astara region; Penser River (Tengerud); Kamyshovka River; Keledekhne River, Shahagaji Collector Canal. Analyzes were carried out in the SOCAR Integrated Research Laboratory, in the Integrated Analytical Research Laboratory of the National Monitoring Department for the Environment, and in the laboratory of the Department of Ecological Chemistry of BSU. More than 20 parameters of natural waters, including heavy metals, were determined in these laboratories.

Keywords: Astara region, natural waters, heavy metals, nitrites, phenol, anions, sulfates, calibration graphs.

Как известно, одной из проблем, зарегистрированных в Астаринском регионе за прошедшие годы, является аварийное состояние канализационной сети города Астара. Бытовые фекальные воды, формирующиеся в Астаре, не доходят до непригодных для эксплуатации очистных сооружений. Канализационные сети, обслуживающие очистные сооружения, пришли в непригодное для эксплуатации состояние. Часть сточных вод, просачиваясь в почву из разрушенных канализационных линий, примешивается к подпочвенным водам, а остальная часть вливается в коллектор Каладахна и оттуда продолжает течь в Каспийское море, что приводит к возникновению экологической проблемы для этого региона. До сих пор природные воды этого района не исследовались.

Определение тяжелых металлов в пробах природной воды из Астаринского района было проведено с помощью прибора Agilent 7500 Series ICP-MS. На рисунке показаны градуировочные графики определения тяжелых металлов масс-спектрометрическим методом.

Результаты анализа обработаны методом математической статистики. Как видно из градуировочных графиков, содержание тяжелых металлов было определено с высокой точностью. Результаты проведенных исследований показаны в таблице.

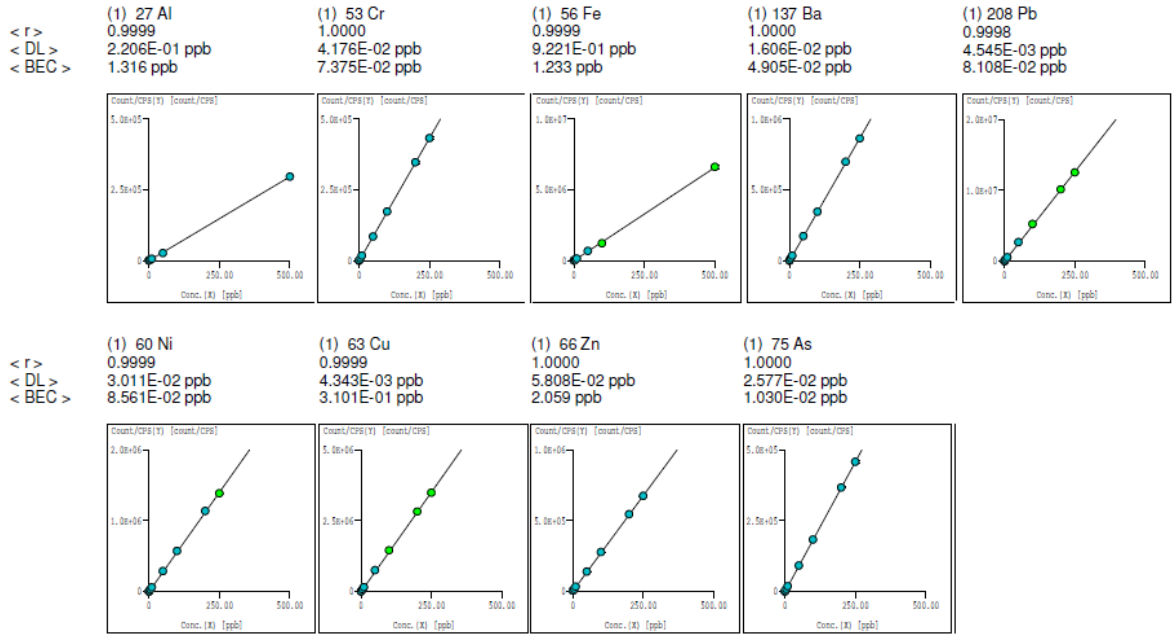


Рисунок 1 – Градуировочные графики определения тяжелых металлов.

Таблица 1 – Содержание металлов, мкг/л (ppb)

Наименование водного бассейна	Нормативный документ: EPA 6020 B								
	Al	Ba	Cu	Ni	Zn	Pb	Cr	Fe	As
Каспийское море	89.13	17.11	2.312	0.943	1.385	0.055	0.195	79.24	1.293
Река Пенсер	472	34.98	2.728	1.285	1.189	0.358	0.773	310.4	1.316
Река Камышовка	433.8	33.67	2.426	1.059	1.58	0.111	0.534	265.2	1.079
Река Келедехне	25.96	29.72	1.235	0,603	1,371	0,278	0,035	70,59	1.129
Коллекторный канал Шахагаджы	5.362	28,6	1,164	0,798	0,825	0,39	0,104	13,21	1.133

Как показали результаты исследований, значения RSD не превышали 2–3 %, что указывает на точность определения. Ни в одной из проб природных вод, взятых на территории Астаринского района, не были обнаружены ПАУ и радиоактивные элементы.

Для определения фенола в пробах природных вод, взятых на территории Астаринского района, использовали спектрофотометр UV-1800. Как показали результаты исследований, в воде на территории Астаринского района содержание фенола несколько превышает нормы ПДК. Содержание фенола в пробах природных вод показано в следующей таблице 2.

Таблица 2 – Содержание фенола в пробах природных вод

Наименование водного бассейна	Нормативный документ: İSO 6439
	Содержание фенола, мг/л
Каспийское море	0,126
Река Пенсер	0,210
Река Камышовка	0,174
Река Келедехне	0,122
Коллекторный канал Шахагаджы	0,154

Для определения сульфат- и хлорид-ионов в природных водах на территории Астаринского района использовали титриметрический метод. Согласно ГОСТ 2874-82, содержание сульфат- и хлорид-ионов в природных водах не должно превышать соответственно 500 и 350 мг/л. В результате исследований было выявлено, что содержание сульфатов и хлоридов в во-

дах рек Пенсер, Камышовка, Келедехне и коллекторном канале Шахагаджы меньше допустимых значений ПДК. Однако содержание сульфатов и хлоридов в пробе воды Каспийского моря, взятой на территории Астаринского района, превышало допустимые нормы ПДК.

Нитрат-, нитрит- и фосфат – ионы в пробах природных вод с территории Астаринского района определялись соответственно спектрофотометрическими методами салицилатом натрия, реактивом Грисса и спектрофотометрическим методом. Согласно стандартам ГОСТ 2874-82, содержание нитратов в природных водах не должно превышать 45 мг/л, нитрит-ионов – 0 мг/л, а фосфат-ионов 3,5 мг/л. Как показали исследования, содержание нитратов и фосфатов в пробах природных вод, взятых на территории Астаринского района, меньше допустимых значений ПДК, содержание нитратов же превышает допустимые нормы ПДК. Результаты проведенных исследований показаны в таблице 3.

Таблица 3 – Содержание анионов в водах Астаринского района

Наименование водного бассейна	Анионы, мг/л				
	SO_4^{2-}	Cl^-	NO_3^-	NO_2^-	PO_4^{3-}
Каспийское море	2910	4483	4,9	0,1	0,05
Река Пенсер	115,26	12,58	6,7	0,07	0,15
Река Камышовка	68	8,9	7,8	0,1	0,14
Река Келедехне	26,8	283	3,9	0,12	0,84
Коллекторный канал Шахагаджы	30,6	21,45	6,5	0,15	0,55

УДК 63.631.6.02

ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ РЕЧНЫХ СИСТЕМ АГРОЛАНДШАФТА

Теучеж Аминет Аслановна, *кандидат биологических наук, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»,* ***Россия****, 350044, Краснодар, ул. Калинина, 13, bioeco@inbox.ru*

В статье рассматриваются проблемы загрязнения речных систем в агроладшафтах Краснодарского края. Состояние окружающей среды края характеризуется существенными экологическими проблемами. Загрязнение вод, а также биологических характеристик воды ограничивает употребление. Идет истощение водных ресурсов. В водоемах происходит уменьшение видов и количества рыбы. За последние десятилетия в Краснодарском крае сократилось количество водоёмов, качество воды в уцелевших источниках заметно ухудшилось. Одной из проблем озёр является их заиление и заболачиваемость, для борьбы с которыми следует проводить систематические мелиоративные мероприятия. Финансовые затруднения не дают возможность это осуществить. Главной водной артерией Краснодара является река Кубань. Ее состояние в последнее время стремительно ухудшается. Реки Кубань и Карасун загрязнены промышленными и бытовыми отходами. Источниками загрязнения воды в крае являются промышленные, сельскохозяйственные, бытовые, сточные воды, бытовые отходы, загрязнение нефтью и нефтепродуктами, загрязнение ионами тяжелых металлов, кислотные дожди, автотранспорт. К искусственным озёрам относится Краснодарское водохранилище, с вводом которого в 1973 г. должна была окончательно решиться задача устранения угрозы разрушительных наводнений. Небольшие реки края пересыхают, средние заболачиваются, зарастают водорослями и заиливаются. Происходит подтопление и переувлажнение агроландшафтов, развитие эрозии и деградация почв. Изменение теплового и водного режима подтверждается исследованиями по распространению подтопленных и переувлажненных агроландшафтов в степной зоне края. Особенно следует отметить деградацию агроландшафтов в бассейнах степных рек Понура, Челбас, Кирпили, Ея из-за одновременного воздействия природных и антропогенных факторов. Анализ динамики площадей подтопления и переувлажнения агроландшафтов показывает устойчивую тенденцию роста деградированных земель при уменьшении площадей сельскохозяйственных угодий в бассейне степной реки Кирпили. Русла степных рек потеряли своё значение как естественного дренажа территории и в современных условиях не в состоянии отвести избыток стока с прилегающих агроландшафтов.

Ключевые слова: агроландшафт, речные системы, экологические проблемы, загрязнение вод, искусственные водоёмы, качество воды, мероприятия

PROBLEMS OF POLLUTION OF RIVER SYSTEMS OF AGRICULTURAL LANDSCAPE

Teuchezh A. A.

The article deals with the problems of pollution of river systems of agricultural landscapes of the Krasnodar region. The state of the region's environment is characterized by significant environmental problems. Water pollution – artificial changes in the chemical and physical state, as well as biological characteristics of water, due to which its further use is limited. First of all, this is water pollution and depletion of water resources. In reservoirs, there is a decrease in the species and number of fish. Water bodies of the region continue to experience a high anthropogenic load. Over the past decades, the number of reservoirs in the Krasnodar region has decreased, and the quality of water in the surviving sources has noticeably deteriorated. One of the problems of lakes is their siltation and waterlogging, which should be controlled by systematic reclamation measures. Financial difficulties do not allow this to happen. The main waterway of Krasnodar is the Kuban river. Her condition has been rapidly deteriorating recently. The Kuban and karasun rivers are polluted with industrial and household waste. Sources of water pollution in the province are industrial, agricultural, household, waste water, household waste, oil and oil products pollution, heavy metal ion pollution, acid rain, and motor transport. The Krasnodar reservoir belongs to the artificial lakes, with the introduction of which in 1973 the task of eliminating the threat of destructive floods was to be finally solved. Small rivers of the region dry up, medium-sized ones are swamped, overgrown with algae and silted up. There is flooding and waterlogging of agricultural landscapes, the development of erosion and soil degradation. Changes in the thermal and water regime are confirmed by studies on the distribution of flooded and waterlogged agricultural landscapes in the steppe zone of the region.

Especially noteworthy is the degradation of agricultural landscapes in the steppe part of the region in the basins of the steppe rivers Ponura, Chelbas, Kirpili, Eya under the influence of a simultaneous combination of natural and anthropogenic factors. The analysis of the dynamics of areas of flooding and waterlogging of agricultural landscapes shows a steady trend of growth of degraded lands with a decrease in the area of agricultural land in the basin of the steppe Kirpili river. The channels of steppe rivers have lost their importance as a natural drainage of the territory and in modern conditions are not able to divert excess runoff from adjacent agricultural landscapes.

Key words: agricultural landscape, river systems, environmental problems, water pollution, artificial reservoirs, water quality, events

Загрязнение вод – искусственные изменения химического и физического состояния, а также биологических характеристик воды, вследствие которых дальнейшее ее употребление ограничено. Состояние окружающей среды края характеризуется существенными экологическими проблемами. В первую очередь это загрязнение воды и истощение водных ресурсов. В водоемах происходит уменьшение видов и количества рыбы [2, 4].

Высокую антропогенную нагрузку продолжают испытывать водные объекты края. За последние десятилетия в Краснодарском крае сократилось количество водоёмов, качество воды в уцелевших источниках заметно ухудшилось. Одной из проблем озёр является их заиление и заболачиваемость, для борьбы с которыми следует проводить систематические мелиоративные мероприятия. Финансовые затруднения не дают возможность это осуществить [1, 3].

Главной водной артерией Краснодара является река Кубань. Ее состояние в последнее время стремительно ухудшается. Реки Кубань и Карасун загрязнены промышленными и бытовыми отходами. Источники загрязнения воды в крае – промышленные, сельскохозяйственные, бытовые, сточные воды, бытовые отходы, загрязнение нефтью и нефтепродуктами, загрязнение ионами тяжелых металлов, кислотные дожди, автотранспорт.

К искусственным озёрам относится Краснодарское водохранилище, с вводом которого в 1973 г. должна была окончательно решиться задача устранения угрозы разрушительных наводнений. Краснодарское водохранилище является важным источником водных ресурсов, где есть значительные запасы питьевой воды. Также оно используется для орошения полей и разведения рыбы. Что касается загрязнения водопроводной воды, то здесь в первую очередь надо говорить о Краснодарском водохранилище, обеспечивающем питьевой водой 20 % жителей города [6]. Однако Краснодарское водохранилище – это место скопления тяжёлых металлов, нефтепродуктов, синтетических поверхностно-активных веществ, фенолов, пестицидов и азотных соединений. Идёт сильное заиление водохранилища и одновременно резкое

ухудшение качества воды водохранилища. В зоне водохранилища произошли изменения климата в сторону повышения влажности воздуха, подъема грунтовых вод [7, 8].

Небольшие реки края пересыхают, средние заболачиваются, зарастают водорослями и заиливаются. Происходит подтопление и переувлажнение агроландшафтов, развитие эрозии и деградация почв. Изменение теплового и водного режима подтверждается исследованиями по распространению подтопленных и переувлажненных агроландшафтов в степной зоне края.

Особенно следует отметить деградацию агроландшафтов в степной части края в бассейнах степных рек Понура, Челбас, Кирпили, Ея под действием одновременного сочетания природных и антропогенных факторов. Анализ динамики площадей подтопления и переувлажнения агроландшафтов показывает устойчивую тенденцию роста деградированных земель при уменьшении площадей сельскохозяйственных угодий в бассейне степной реки Кирпили. Русла степных рек потеряли своё значение как естественного дренажа территории и в современных условиях не в состоянии отвести избыток стока с прилегающих агроландшафтов.

В летний период из-за повышения радиационного фона вследствие распашки и снижения количества осадков наблюдается понижение уровня грунтовых вод и замедление стока рек. Ежегодно от подтопления и переувлажнения агроландшафтов в крае недополучают урожай сельскохозяйственных культур на площади около 200 тыс. га.

Исследования земельных и водных ресурсов в целом и на территории Краснодарского края показывают, что в период вегетации сельскохозяйственных культур происходит иссушение почвы, обмеление степных рек и деградация агроландшафтов. Хозяйственная деятельность предприятий переработки АПК усугубляет деградацию территорий из-за сбросов отходов в водные объекты и на агроландшафты. Загрязнение вод биогенными веществами в сельскохозяйственной отрасли приобретает массовый характер. Наибольшую опасность для водоемов представляет поверхностный сток с сельскохозяйственных угодий, на которых применяются химические удобрения. Как показывают исследования различных авторов, 40–60 % азотных удобрений усваивается растениями, 20–30 % закрепляется в почве и до 30–40 % вымывается из почвы [5].

Существенный вред экологии Краснодарского края наносят водно-химические мелиорации на Северном Кавказе. Это снижает качество почвы, она меньше впитывает влагу, увеличивается ее плотность. Более половины удобрений и пестицидов смывается водой, и растения не получают подкормки. В результате урожайность черноземов становится значительно ниже, чем других типов почв [2, 4].

Почти все водоёмы края подвержены антропогенным почвенным изменениям. Множество тонн химических соединений, таких как ртутный метил, попадают в водоёмы, нанося непоправимый ущерб фауне и флоре этих водоемов, т. к. разрушаются цепи питания, что не может не отразиться на всех живых организмах водоёмов [1, 6]. Размещение животноводческих комплексов в водоохранных зонах рек и балок приводит к попаданию загрязняющих веществ в водные объекты. Сейчас в воде во много раз увеличиваются предельно допустимые концентрации таких вредных веществ, как соединения меди, железа, нефтяных углеводородов, нитратов, в результате чего нарушается газовый режим и кормовая база водоёмов.

Также негативно на плодородие земли повлиял рис, который стали выращивать в больших количествах. Эта культура требует обильной влаги и большого количества агрохимикатов, которые, вымываясь водой, загрязняют водоемы края. Так, в реках и озерах превышена норма марганца, мышьяка, ртути и других элементов. Все эти удобрения для риса, попадая в водоем, достигают Азовского моря [.

Из анализа сложившейся ситуации можно выделить три основных причины деградации агроландшафтов и водных объектов:

1) избыток влаги в почве в осенне-зимний период и иссушение почвы в вегетационный период;

2) загрязнение производственными сточными водами предприятий;

3) обмеление русел, связанное с водной и воздушной эрозией прибрежных ландшафтов, хозяйственной деятельностью в водоохраной зоне агроландшафтов, нерациональным использованием водных ресурсов, несогласованностью деятельности участников водохозяйственного комплекса.

Одна из значительных экологических проблем Краснодарского края – это загрязнение нефтью и нефтепродуктами. Из-за некоторых аварий ситуация достигла бедственного уровня. На нефтебазах происходят утечки керосина и бензина. Под землей в этих местах появились линзы, где сосредоточились нефтепродукты. Они загрязняют почву и подземные воды. Что касается поверхностных вод, то эксперты установили степень загрязнения на уровне 28 % [7, 8].

Нарушение мелиоративных режимов может привести к началу деградации, которую можно считать «экологическим кризисом» агроландшафтов. «Экологический кризис» агроландшафта – это потеря устойчивости геосистемы, при котором агроландшафт под воздействием отрицательных факторов не может совершенствоваться и развиваться. Применение ресурсосберегающих адаптированных технологий для охраны земельных и водных ресурсов обеспечит эволюцию агроландшафтов. Ухудшение мелиоративного состояния почв (стадия «экологического кризиса») под воздействием отрицательных факторов в дальнейшем приведет агроландшафты к полной потере устойчивости [3]. Агроландшафты будут находиться в стадии «экологической катастрофы». Главные причины грязной воды – это отсутствие нормативов по очистке воды, как и самих сооружений по очистке, слаборазвитая канализация, различные аварии, а также плохое состояние ливневых стоков.

Устойчивое развитие сельского хозяйства не может эффективно выполняться без комплекса мероприятий, направленных на обеспечение охраны сельскохозяйственных земель от деградаций: подтопления и переувлажнения, иссушения, засоления почвы агроландшафтов и загрязнения водных объектов. На устойчивость агроландшафтов значительное влияние оказывают оросительные и удобрительные мелиорации. Орошение сельскохозяйственных культур становится одним из основных инвестиционных инструментов для получения высоких и конкурентных урожаев на агроландшафтах а ресурсосберегающие адаптированные технологии обеспечивают восстановление АРП и сохранение плодородия почв. Источниками орошения являются степные реки Кубани, которые практически полностью изменили гидрологический режим стока за счет отложений алеврита в руслах под влиянием антропогенных и природных факторов. В степной части края имеется 472 водотока, из них 82 % – реки и балки длиной менее 10 км. Для развития орошения, перехода сельского хозяйства на новый уровень производства в северо-западной части Краснодарского края необходимо восстановление водности основных степных рек Ея, Челбас, Бейсуг, Кирпили, Понура, Албаши и их притоков – балок [1, 4, 6].

Развитие орошения на агроландшафтах требует инновационного подхода в части применения современных ресурсосберегающих дождевальных машин нового поколения, которые обеспечат защиту агроландшафтов от негативных факторов: малая интенсивность дождя, адаптированные оросительные нормы, внесение удобрений с поливной водой [2, 5, 7].

Ученые считают, что для устойчивого развития агроландшафтов необходимо управлять качеством среды и воспроизводством ресурсов, учитывать риски применения технологий на агроландшафтах. Необходим комплексный подход к решению проблемы восстановления плодородия агроландшафтов, которые были подвержены переувлажнению и деградации от загрязнений. Многие ученые считают, что проблему повышения устойчивости АРП агроландшафтов следует решать комплексно с выделением двух этапов. Первый этап охраны агроландшафтов – разработка ЗОС бассейна реки, необходимой для повышения эффективности комплексных мероприятий. Второй этап – разработка комплексных мероприятий восстановления деградированных агроландшафтов.

Прежде чем заниматься улучшением качества среды, необходимо провести мониторинг состояния окружающей среды, в частности гидрохимический анализ поверхностных водоемов и подземных вод. Важно проводить исследования продукции и деятельности промышленных предприятий.

Можно рекомендовать следующие мероприятия: рациональное использование природных ресурсов; установка и эксплуатация очистительных сооружений; улучшение комму-

нальных сетей; контроль стока промышленных и бытовых вод; прекратить применение пестицидов, не прошедших экологической экспертизы.

Также необходимы мероприятия по восстановлению водности и проточности рек, которые обеспечат эффективное развитие орошения, восстановление рыбоводства и воспроизводства рыбных ресурсов. Для повышения водообеспеченности рек нужен комплекс мероприятий: устройство дренажных систем; расчистка русел рек; восстановление водоемов и регулирующих сооружений; осушение подтопленных и переувлажненных земель путем отвода избыточных вод из замкнутых понижений через каналы и ложбины; создание сети мониторинга водных объектов и ландшафтов [4, 6, 8].

ЛИТЕРАТУРА

1. Белюченко И. С. Развитие и устойчивость аграрных ландшафтов в степной зоне Краснодарского края / И. С. Белюченко // Экологические проблемы развития агроландшафтов и способы повышения их продуктивности: Материалы междунар. научн. эколог. конф. – 2018 – С. 217–234.
2. Белюченко И. С. Антропогенное изменение почвенного покрова в процессе развития аграрных ландшафтов / И. С. Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2018. – Т. 14. – № 2. – С. 52–64.
3. Белюченко И. С. Совмещенные посевы в севообороте агроландшафта : монография / И. С. Белюченко. – Краснодар, 2016. – 262 с.
4. Белюченко И. С. Особенности развития совмещенных посевов в системе агроландшафта : монография / И. С. Белюченко. – Краснодар : Изд-во КубГАУ. – 2017. – 349 с.
5. Теучеж А. А. Химический состав различных видов навоза / А. А. Теучеж // Эколог. Вестник Сев. Кавказа. – 2018. – Т. 14. – № 1. – С. 54–58.
6. Теучеж А. А. История создания лесозащитных полос в Краснодарском крае и их состояние / А. А. Теучеж, И. С. Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2019. – Т. 15. – № 3. С. 37 –41.
7. Теучеж А. А. Создание условий устойчивого развития и функционирования системы защитных лесных насаждений в Краснодарском крае / А. А. Теучеж // Отходы, причины их образования и перспективы использования : Материалы междунар. научн. эколог. конф. – 2019. С. 644 –648.
8. Теучеж А. А. Лесные полосы и их роль в системе агроландшафта : монография / А. А. Теучеж.– Краснодар, 2019. – 79 с.

УДК 504.064.47: 628.386

СНИЖЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ИОНАМИ НИКЕЛЯ ПУТЕМ ПЕРЕРАБОТКИ ОТРАБОТАННЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ ХИМИЧЕСКОГО НИКЕЛИРОВАНИЯ

Залыгина Ольга Сергеевна, *кандидат технических наук, УО «Белорусский государственный технологический университет»,* ***Республика Беларусь****, г. Минск, zalyhina@mail.ru*

Ковалёва Анастасия Александровна, *УО «Белорусский государственный технологический университет»,* ***Республика Беларусь****, г. Минск*

Отработанные электролиты химического никелирования представляют собой жидкий отход производства, опасный для окружающей среды, вместе с которым теряется никель, являющийся ценным и дефицитным сырьем. Поэтому предложено использовать данный жидкий отход для получения пигментов зеленого цвета путем осаждения из него ионов никеля гидроксидом натрия. Одновременно это позволит снизить негативное воздействие процесса химического никелирования на гидросферу.

Ключевые слова: отработанные электролиты химического никелирования, жидкие отходы, пигменты, окружающая среда, переработка отходов.

REDUCING SURFACE WATER CONTAMINATION WITH NICKEL IONS BY RECYCLING SPENT ELECTROLYTES WITH CHEMICAL NICKEL PLATING

Zalyhina V. S., Kovaliova A. A.

Spent electrolytes of chemical Nickel plating are a liquid waste product that is dangerous for the environment, along with which Nickel is lost, which is a valuable and scarce raw material. Therefore, it is proposed to use this liquid waste to produce green pigments by precipitation of Nickel ions from it with sodium hydroxide. At the same time, this will reduce the negative impact of the chemical Nickel plating process on the hydrosphere.

Keywords: spent electrolytes of chemical Nickel plating, liquid waste, pigments, environment, waste processing.

В машиностроении широкое распространение получили процессы гальванического (электрохимического) и химического никелирования. По площади покрываемых деталей никелирование занимает второе место, уступая только цинкованию. В настоящее время в основном используется электрохимический метод нанесения никелевых покрытий. Этим способом покрывают изделия из стали и цветных металлов для защиты их от коррозии, декоративной отделки поверхности, повышения сопротивления механическому износу и др. [1]. Однако в некоторых случаях необходимо использовать химическое никелирование, т. к. оно обеспечивает равномерное распределение металла по поверхности рельефного изделия любого профиля, что недостижимо при электрохимическом покрытии. Отличительной особенностью обоих процессов является большой объем потерь солей никеля с жидкими отходами, содержащими от 3 до 20 г/л ионов никеля [2]. К таким отходам относятся, в частности, отработанные электролиты химического никелирования (ОЭХН).

Никель, как и многие другие тяжелые металлы, оказывает токсическое, канцерогенное и мутагенное действие на живые организмы. Начиная с концентрации 1,0 мг/л, никель снижает эффективность биологической очистки сточных вод, ослабляет интенсивность процессов нитрификации активного ила, значительно снижает аэробное окисление сточных вод на биологических фильтрах. Никель вызывает задержку роста растений при концентрации 2,5 г/л, а увеличение концентрации никеля приводит к гибели растений [1]. При воздействии на кожу человека никель и его соединения оказывают аллергенное действие, образуя «никелевые экземы» – отек, язвы, пузырьки.

В настоящее время ОЭХН не находят промышленного применения и хранятся на территории предприятий, занимая большие площади и создавая угрозу возникновения чрезвычайных ситуаций. В некоторых случаях ОЭХН сбрасываются на очистные сооружения вместе с низкоконцентрированными промывными водами, что приводит к нарушению работы очистных сооружений и попаданию соединений никеля в окружающую среду, прежде всего в поверхностные воды. Кроме этого, с отработанными электролитами химического никелирования теряется никель, который является ценным и дефицитным сырьем.

В работе исследовалась возможность переработки отработанных электролитов химического никелирования, которые были предоставлены опытным производством научно-исследовательского института физико-химических проблем Белорусского государственного университета. Их составы приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Составы исследуемых ОЭХН

Состав ОЭХН	Дата отбора проб и обозначение		
	3.05.2019 ОЭХН-1	12.09.2019 ОЭХН-2	24.11.2019 ОЭХН-3
Сульфат никеля ($NiSO_4 \cdot 7H_2O$)	21,48	20,86	21,05
Гипофосфит натрия ($NaH_2PO_2 \cdot H_2O$)	22,5	42,9	38,9
Глицин (NH_2-CH_2-COOH)	20	12	10
Ацетат натрия (CH_3COONa)	10	–	–
Малоновая кислота ($C_3H_4O_4$)	–	25	20
Сульфат меди ($CuSO_4$)	–	0,4	0,4

Учитывая то, что соединения никеля обладают хромофорными свойствами, в работе исследовалась возможность получения из ОЭХН пигментов.

В качестве осадителя Ni^{2+} был выбран гидроксид натрия, т. к. образующийся при его использовании гидроксид никеля характеризуется низким значением произведения растворимости (ПР=$2 \cdot 10^{-15}$), что обеспечивает достаточно полное извлечение ионов никеля. Кроме этого, гидроксид никеля получил широкое распространение в промышленности в качестве пигмента.

Для определения pH осаждения и расхода осадителя к определенному количеству ОЭХН приливали насыщенный раствор NaOH, отфильтровывали полученный осадок и определяли pH и концентрацию Ni^{2+} в фильтрате. Результаты эксперимента представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Зависимость концентрации Ni^{2+}в фильтрате от pH

pH	Концентрация ионов Ni^{2+}в фильтрате, мг/л		
	ОЭХН-1	ОЭХН-2	ОЭХН-3
5	3980	4510	4420
6	3760	4055	3920
7	2340	2640	2500
8	1520	1780	1620
9	620	830	780
10	85	146	115
11	4,3	9,4	8,3
12	0,28	0,98	0,64
13	ниже 0,03	ниже 0,03	ниже 0,03

Из таблицы видно, что осаждение Ni^{2+} завершается при pH 13. При этом наблюдается высокий расход осадителя – 70 г NaOH в пересчете на сухое вещество. Основной причиной повышенного расхода осадителя является его взаимодействие с гипофосфитом натрия, который содержится в отработанном растворе химического никелирования. Присутствие малоновой кислоты дополнительно увеличивает расход щелочи на нейтрализацию растворов, что обусловлено ее сильными буферными свойствами.

Исходя из литературных данных и результатов эксперимента, можно предположить следующий порядок протекания реакций при осаждении Ni^{2+} из ОЭХН. До pH 5 происходит нейтрализация малоновой кислоты; при pH 6 начинается незначительное образование гидроксида никеля, который выпадает в осадок. Однако, от pH 6 до 10 основное количество щелочи расходуется на взаимодействие с гипофосфитом натрия по реакции:

$$2NaH_2PO_2 + 3NaOH \rightarrow Na_2HPO_3 + Na_3PO_4 + 3H_2\uparrow$$

Интенсивное выпадение осадка наблюдается в интервале pH 10–13.

Полученный осадок отмывали от водорастворимых соединений дистиллированной водой методом декантации до тех пор, пока общее солесодержание в промывных водах не снизилось до солесодержания в водопроводной воде (226 мг/л). Использовали прямоточную промывку, соотношение объема промывной воды к объему осадка 5 : 1. Результаты эксперимента представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Солесодержание в промывных водах

Номер промывки	Солесодержание (мг/л) при промывке осадка, полученного из:		
	ОЭХН-1	ОЭХН-1	ОЭХН-1
1	19680,0	19490,0	19570,0
2	5957,0	6124,0	6039,0
3	1790,0	1870,0	1920,0
4	548,7	592,3	568,2
5	215,4	220,8	218,1

Из таблицы видно, что для отмывки осадка требуется пять прямоточных промывок.

Полученный осадок высушивали при температуре 100 ^{o}C в течение часа. Выход осадка из отработанных электролитов химического никелирования составил от 17,0 до 17,5 г из 1 л отработанного электролита химического никелирования в зависимости от исходной концен-

трации Ni^{2+} в нем. Степень извлечения Ni^{2+} во всех случаях превысила 99,9 %. Цвет осадка светло-зеленый.

Для полученных образцов были определены такие свойства, как маслоемкость I рода, маслоемкость II рода, укрывистость, потери при прокаливании, pH водной вытяжки и цвет (в соответствии с атласом цветов по аддитивной цветовой модели RGD). Сравнительный анализ свойств полученных образцов со свойствами никельсодержащих пигментов, которые производятся на Уральском заводе химических реактивов, свидетельствует о возможности их использования в качестве зеленых пигментов.

Таким образом, предложенная переработка ОЭХН позволит снизить воздействие химического никелирования на окружающую среду, предотвратить опасность попадания ионов никеля в поверхностные и подземные воды, превратить опасный жидкий отход во вторичное сырье и получить на его основе пигмент.

ЛИТЕРАТУРА

1. Виноградов С. С. Экологически безопасное гальваническое производство / С. С. Виноградов. – Изд. 2-е. – М. : Глобус, 2002. – 352 с.

2. Лобанова Л. Л. Технология утилизации никеля из отработанных растворов химического никелирования и ванн улавливания : автореф. дис. … канд. техн. наук : 05.17.03 / Л. Л. Лобанова. – Киров, 2004. – 199 с.

УДК 504.064.3:(556.5:628.542)(477)

МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД РАЙОНОВ ЗАХОРОНЕНИЯ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Азимов Александр Тельманович, *доктор геологических наук, Научный центр аэрокосмических исследований Земли ИГН НАН Украины,* ***Украина****, г. Киев, azimov@casre.kiev.ua*

Злобина Екатерина Сергеевна, *кандидат геологических наук, Институт геохимии, минералогии и рудообразования имени Н. П. Семененко НАН Украины,* ***Украина****, г. Киев, ecaterinka@ukr.net*

Кармазиненко Сергей Петрович, *кандидат географических наук, Институт географии НАН Украины,* ***Украина****, г. Киев, karmazinenko78@gmail.com*

Кураева Ирина Владимировна, *доктор геологических наук, профессор, Институт геохимии, минералогии и рудообразования имени Н. П. Семененко НАН Украины,* ***Украина****, г. Киев, ki4412674@gmail.com*

В северо-западной части Киевского полигона № 5 для захоронения твердых бытовых отходов и сопредельном районе на основе мониторинговых эколого-гидрогеохимических исследований выявлено загрязнение поверхностных вод собственно на полигоне сточными водами со значительным содержанием органических токсикантов. Поверхностные воды за территорией полигона характеризуются показателями, которые не превышают предельно допустимые концентрации. Вместе с тем они выше фоновых значений.

Ключевые слова: полигон, бытовые отходы, токсиканты, поверхностные воды, геохимический анализ.

MONITORING OF SURFACE WATER QUALITY IN THE AREAS OF SOLID DOMESTIC WASTE DISPOSAL

Azimov O. T., Zlobina K. S., Karmazynenko S. P., Kuraeva I. V.

In the north-western Kyiv's Landfill No 5 of solid domestic waste disposal and adjacent area on a basis of monitoring ecological and hydrogeochemical studies it was revealed the surface water pollution by waste waters with the considering amount of organic toxicants at the proper Landfill. Surface waters beyond the Landfill area are characterized by the indicators which don't exceed the maximum allowable concentrations. However, they are above the background values.

Keywords: Landfill, solid waste, toxicants, surface waters, geochemical analysis.

Постановка общей проблемы. Изучение экологического и геохимического состояния объектов окружающей среды территорий, которые подвергаются воздействию различных

выбросов, связанных с твердыми бытовыми отходами (ТБО), в настоящее время является весьма актуальным. Это аргументируется тем, что влияние полигонов ТБО на компоненты ландшафта и здоровье людей, проживающих вблизи этих территорий, вызывает серьезные опасения. Более всего загрязняются подземные и поверхностные воды, почвы и поверхностные отложения, растительность. Для их объективной эколого-геохимической оценки необходимы комплексные исследования природных образований, прилегающих к полигонам.

Так, на примере территории Киевского полигона № 5 главная задача исследования заключалась в том, чтобы на основе полевых наблюдений в пределах полигона и прилегающих к нему районов и последующего лабораторно-камерального геохимического анализа проб поверхностных вод оценить воздействия фильтрата, который предположительно поступает со свалки, на качество данных вод.

Материалы и методы исследования. Фактическим материалом для решения поставленной задачи были отобранные в натурных условиях в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51592-2000 [2] образцы поверхностных вод в пределах 4 площадок наблюдений (рисунок 1). Две площадки (№ 1 и 2) расположены непосредственно на территории полигона (в контуре официально отведенной под него площади), а № 3 и 4 – в пределах фонового участка, но такого, что, вероятно, подвергается влиянию деятельности полигона. Отбор и исследование проб выполнены в два этапа: осенью–зимой 2018 г. (образцы от 16 ноября [4, 5]) и летом 2019 г. (пробы отобраны 05 июня [5]). Для установления эколого-геохимических показателей этих образцов использованы физико-химические методы анализов. В частности, применен метод масс-спектрометрии с индукционно связанной плазмой (ICP-MS анализ).

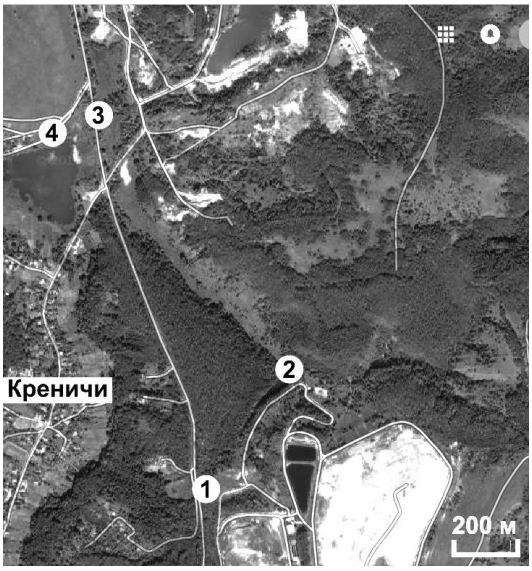


Рисунок 1 – Картосхема расположения площадок наблюдений в зоне влияния северо-западной части полигона № 5

Результаты исследования. По результатам предыдущих работ [1, 6] согласно оценке эколого-гидрогеохимических показателей проб поверхностных вод, отобранных восточнее и северо-восточнее от контура полигона № 5 в пределах низменного участка, установлено, что содержание подавляющего большинства исследованных химических элементов не превышает соответствующие предельно допустимые концентрации (ПДК) (согласно с [3]).

Таким образом, основное внимание в последующем исследовании было обращено на зону влияния северо-западной части полигона. Так, отобранным собственно *в пределах полигона* (рисунок 1) пробам воды присущи высокие показатели общей щелочности, сухого остатка, содержания хлоридов и нитратов. Содержание хлоридов в образцах с площадок наблюдений № 1 и 2 превышает ПДК [3] для поверхностных вод в 3,9 и 1,9 раза соответственно. Содержание нитратов в пробе площадки № 1 превышает ПДК в 2,2 раза. Вероятно, что рассматриваемый водоем представляет собой сточные воды с большим содержанием органических загрязнителей.

То есть поверхностные воды, накапливающиеся в балке, которая с запада и северо-запада ограничивает широкую водораздельную поверхность, на которой размещены карта «Б» полигона № 5 и его основной пруд-фильтратонакопитель, как в верховье балки (ручей во рву, площадка площадка наблюдений № 1), так и в районе ее слияния (впадения) с урочищем, перегороженном дамбой с образованием искусственного водоема (площадка наблюдений № 2), относительно интенсивно загрязняются соответствующими токсикантами. Они могут поступать из двух возможных источников: 1) с территории полигона № 5, 2) непосредственно со свинофермы на минимум 2 тыс. голов свиней, расположенной южнее полигона, однако гипсометрически по поверхности рельефа выше (здесь ежедневно производятся органиче-

ские отходы). Для конкретизации ответа необходимы дополнительные исследования. Вероятно, массоперенос загрязнителей происходит естественными путями с учетом ландшафтно-геологических условий территории и взаиморасположения указанных объектов.

Вместе с тем обращает на себя внимание уменьшение концентрации хлоридов более чем в 2,9 раза в пробах поверхностных вод из пруда в пределах полигона (площадка наблюдений № 2) с аномальных 477,12 мг/дм^3 (образцы от 16.11.2018 г.) до 161,9 мг/дм^3 (образцы от 05.06.2019 г.), что уже не превышает ПДК. В случае если соответствующие загрязнители еще в конце 2018 г. попадали в пруд именно из объектов полигона № 5, а в середине 2019 г. их объемы значительно уменьшились, то из этого следует такой вывод. Работающее на полигоне немецкое оборудование с системой переработки токсичного фильтрата ROCHEM функционирует удовлетворительно в течение периода, непосредственно предшествовавшего исследованию в июне 2019 г.

Также исследованием определено, что содержание кальция в образцах поверхностной воды с площадки наблюдений № 1 превышает ПДК для питьевых вод почти в 1,8 раза. А содержание $Fe_{общ.}$ превышает ПДК для питьевых вод [3] во всех отобранных пробах четырех площадок наблюдений как в пределах полигона (16,5 раза, площадка наблюдений № 1; 34,1 раза, площадка наблюдений № 2), так и на фоновом участке (2,35 и 2,2 раза на площадках наблюдений № 3 и 4 соответственно). Очевидно, в отношении $Fe_{общ.}$ поверхностные воды всего региона исследований характеризуются повышенным содержанием этого элемента.

Наряду с этим эколого-гидрогеохимические показатели проб воды, отобранных с площадок наблюдений № 3 и 4 в 1 км от северо-западного контура полигона № 5 (т.е. *за территорией полигона*, фактически в пределах фона, см. рис. 1), за исключением $Fe_{общ.}$, не превышают ПДК [3]. Таким образом, значительного выноса химических загрязнителей с поверхностными водами за пределы полигона в северо-западной его части не установлено.

Выводы. Следовательно, эколого-гидрогеохимическим исследованием образцов поверхностных вод выявлено загрязнение водоемов в пределах полигона № 5 сточными водами с большим содержанием токсикантов, прежде всего органических. Вероятно, последние поступают либо с карт и прудов-фильтратонакопителей полигона, либо из расположенной неподалеку свинофермы. Вместе с тем поверхностные воды вне территории полигона характеризуются эколого-гидрогеохимическими показателями, которые не превышают ПДК, однако они выше фоновых значений. Это свидетельствует о том, что с поверхностными водами не происходит существенный вынос химических загрязнителей с территории северо-западной части полигона № 5 за его пределы в течение длительного периода года.

ЛИТЕРАТУРА

1. Азимов А. Т. Анализ результатов комплексных геохимических исследований образцов компонентов ландшафта из зоны влияния мест захоронения твердых бытовых отходов [Текст] / А. Т. Азимов, С. П. Кармазиненко, И. В. Кураева, Ю. Ю. Войтюк // Отходы, причины их образования и перспективы использования : Сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч. экол. конф. (г. Краснодар, 26-27 марта 2019 г.) / Сост. Л. С. Новопольцева; под ред. И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2019. – С. 198–200. – Режим доступа: http://www.ecokavkaz.ru/media/docs/conf/conf2019.pdf.

2. ГОСТ Р 51592-2000. Вода. Общие требования к отбору проб. Введ. 01.07.2001. – М. : Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2000. – 12 с.

3. Никитин Д. П. Справочник помощника санитарного врача и помощника эпидемиолога [Текст] / Д. П. Никитин, Ю. В. Новиков, А. В. Рощин и др. / Под ред. Д. П. Никитина, А. И. Заиченко. – [2-е изд., перераб. и доп.]. – М. : Медицина, 1990. – 512 с.

4. Azimov O. T. Estimation of the heavy metal pollution for the soils and different environmental objects within the solid domestic waste landfills [Text] / O. T. Azimov, I. V. Kuraeva, O. M. Trofymchuk et al. // 18th EAGE Intern. Conf. on Geoinformatics – Theoretical and Applied Aspects (13–16 May 2019, Kyiv, Ukraine), Extended Abstr. – 2019. – 7 p. – doi: 10.3997/2214-

4609.201902129 (available at: http://www.earthdoc.org/publication/publicationdetails/?publication=98552).

5. Azimov O. T. Monitoring and assessment of impact of municipal solid waste landfills on the surface water quality in the adjacent ponds [Text] / O. T. Azimov, Ye. M. Dorofey, O. M. Trofymchuk et al. // 13th Intern. Conf. on Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment (12–15 November 2019, Kyiv, Ukraine), Extended Abstr. – 2019. – 6 p. – doi: 10.3997/2214-4609.201903228 (available at: http://www.earthdoc.org/publication/publicationdetails/?publication=100042).

6. Azimov O. T. Reconnaissance integrated geoecological study of the disposal region for municipal solid waste with the aim of environmental assessment [Text] / O. T. Azimov, V. G. Bakhmutov, Yu. Yu. Voytyuk et al. // 12th Intern. Conf. on Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment (13–16 November 2018, Kyiv, Ukraine), Extended Abstr. – 2018. – 5 p. – doi: 10.3997/2214-4609.201803142 (available at: http://www.earthdoc.org/publication/publicationdetails/?publication=95152).

УДК 674.8

СНИЖЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ПУТЕМ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Шибека Людмила Анатольевна, *кандидат химических наук, Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет»,* ***Республика Беларусь,*** *г. Минск, Shibekal@mail.ru;*

Протас Маргарита Владимировна, *Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет»,* ***Республика Беларусь,*** *г. Минск*

В работе представлена характеристика водных ресурсов, особенности водопотребления и водоотведения в Республике Беларусь. Показана возможность применения сорбентов на основе древесных отходов в процессах очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов.

Ключевые слова: водные ресурсы, тяжелые металлы, отход, сточные воды, древесные отходы, сорбционный материал.

REDUCING WATER POLLUTION HEAVY METALS BY IMPROVING WASTEWATER TREATMENT SYSTEM

Shibeka L. A., Protas M. V.

The characteristic of water resources, features of water consumption and sanitation in the Republic of Belarus in the work are presents. The possibility of using sorbents based on wood waste in wastewater treatment from heavy metal ions is shown.

Keywords: water resources, heavy metals, waste, sewage, wood waste, sorption material.

Водные ресурсы являются одним из элементов устойчивого развития общества, играющих важную роль в совершенствовании социальной, экономической и экологической сфер государства. Водные ресурсы Республики Беларусь формируются за счет выпадения атмосферных осадков и речного притока вод с территорий сопредельных государств. Речной сток, формирующийся в пределах страны, в 2018 г. составил 55 км^3 [1].

В процессе хозяйственной деятельности и для удовлетворения бытовых потребностей человек изымает водные ресурсы из природных источников и возвращает сточные воды в водные экосистемы. Общий забор воды в стране в 2018 г. составил 1 390 млн м^3 [4]. При этом из подземных горизонтов было извлечено 809 млн м^3, что составило 58,2 % общего водозабора.

Сброс сточных вод в поверхностные водные объекты в Республике Беларусь в 2018 г. оценивается в 1034 млн м^3. В составе стоков присутствовали вещества органической и неорганической природы, находящиеся в растворенном и взвешенном состоянии. Большую опасность для представителей растительного и животного мира, состояния экосистем вызывают тяжелые металлы, поступающие со сточными водами. В 2018 г. сброс соединений железа общего составил 231 т, цинка – 20, хрома общего, никеля и меди – по 4 т, свинца – 0,5 т [4].

Присутствие тяжелых металлов в природных водоемах приводит к миграции их по пищевым цепям с последующим накоплением в организме рыб и других гидробионтов. Повышение содержания тяжелых металлов в поверхностных водах вызывает увеличение их концентрации в подземных водах, которые часто используют для удовлетворения хозяйственно-питьевых нужд населения. Употребление населением пищевых продуктов, изготовленных на основе ресурсов водных экосистем, и загрязненной воды может вызвать у людей канцерогенный, мутагенный и другие негативные эффекты.

Одним из основных источников загрязнения природных вод является сброс недостаточно очищенных сточных вод, образующихся на машиностроительных, приборостроительных и других предприятиях, имеющих гальванические участки. Образующиеся в процессе нанесения металлических покрытий на детали сточные воды чаще всего подлежат очистке с помощью реагентных и электрохимических методов. Однако несмотря на очистку, в очищенных водах остаточное содержание тяжелых металлов не всегда соответствует санитарно-гигиеническим требованиям.

Цель работы – поиск новых материалов для извлечения ионов тяжелых металлов из сточных вод для снижения их поступления в водные экосистемы.

В качестве объекта исследований выступали древесные отходы, образующиеся в процессе заготовки и обработки древесины, содержащие щепу, кору и другие древесные компоненты с размером частиц менее 30 мм. С целью увеличения сорбционной емкости древесные отходы подвергали обработке карбамидом.

Исследования проводили на модельных сточных водах, содержащих ионы тяжелых металлов в диапазоне концентраций от 0,1 до 2,5 г/дм^3. Время взаимодействия исследуемых образцов отходов и сточных вод составляло 1,5 часа. Пробы периодически перемешивали. Содержание ионов металлов в растворе определяли титриметрическим методом [2]. На основании полученных данных производили расчет поглотительной емкости материала. Полученные результаты представлены в таблице.

Таблица – Характеристика поглотительной способности древесных отходов

Концентрация исходного раствора металла, г/дм^3	Поглотительная емкость, мг/г					
	Древесные отходы			Древесные отходы, обработанные карбамидом		
	медь	никель	цинк	медь	никель	цинк
0,2	0,2	0,6	0,8	8,5	0,5	0,8
0,4	8,7	1,3	1,7	17,0	7,3	1,7
0,6	17,3	1,9	2,5	25,5	14,0	5,8
0,8	17,4	2,5	9,9	34,0	20,8	19,7
1,0	17,6	3,1	10,7	42,5	27,8	20,5
1,2	17,8	3,8	10,7	49,0	35,0	17,0
1,4	17,9	4,5	10,7	51,3	42,0	15,8
1,6	18,1	5,0	10,7	51,3	50,0	13,3
1,8	18,1	5,2	10,7	51,3	54,6	13,3
2,0	18,1	5,2	10,7	51,3	54,6	13,3
2,5	18,1	5,2	10,7	51,3	54,6	13,3

Из представленных результатов видно, что наименьшая поглотительная емкость характерна для древесных отходов по отношению к ионам никеля, а для отходов, обработанных карбамидом, – к ионам цинкам.

Установлено, что обработка отходов карбамидом приводит к увеличению их поглотительной емкости. Причем степень увеличения поглотительной емкости материалов возрастает неравномерно: в отношении ионов никеля в 10,5, меди – 2,8 раза, цинка – 1,2 раза. Максимальное значение поглотительной емкости древесных отходов, обработанных карбамидом, имеет место при извлечении из раствора ионов никеля (около 55 мг/г) и меди (около 51 мг/г).

Полученные результаты согласуются литературными данными [3], так как известно, что обработка целлюлозосодержащих материалов карбамидом приводит к росту их сорбционной емкости за счет наличия карбоксильных групп и формирования первичных аминогрупп на поверхности сорбента. Таким образом, древесные отходы могут использоваться в

процессах доочистки сточных вод от ионов тяжелых металлов. Целесообразным является применение для извлечения ионов тяжелых металлов древесных отходов, обработанных карбамидом, т. к. они обладают большей степенью очистки сточных вод.

Использование в качестве сорбентов древесных отходов позволит не только снизить воздействие на окружающую среду предприятий лесозаготовительной и деревообрабатывающей промышленности, но и уменьшить затраты на очистку сточных вод от ионов тяжелых металлов. Совершенствование системы водоотведения промышленных предприятий путем доочистки сточных вод позволит уменьшить сброс высокотоксичных соединений тяжелых металлов в природные водоемы, что благоприятно скажется на состоянии водных экосистем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственный водный кадастр. Водные ресурсы, их использование и качество (за 2018 год). – Минск : РУП «ЦНИИКИВР», 2019. – 222 с.
2. Лихачева А. В. Химия окружающей среды. Лабораторный практикум : учеб.-метод. пособие для студ. / А. В. Лихачева, Л. А. Шибека. – Минск : БГТУ, 2011. – 204 с.
3. Лосев В. Н. Сорбционно-атомно-эмиссионное определение цветных и тяжелых металлов с использованием фитосорбентов / В. Н. Лосев, О. В. Буйко, Б. А. Величко // Журнал Сибирского федерального университета. Химия. – 2010. – № 3. – С. 73–78.
4. Охрана окружающей среды в Республике Беларусь. Статистический сборник. – Минск : Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2019. – 200 с.

УДК 502.656

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДОСБОРА РЕКИ ЖАЙЫК В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Козыкеева Алия Тобажановна, *доктор технических наук, профессор, Казахский национальный аграрный университет,* ***Республика Казахстан,*** *г. Алматы, aliya.kt@yandex.ru*

Мустафаев Жумахан Сулейменович, *доктор технических наук, профессор, Казахский национальный аграрный университет,* ***Республика Казахстан,*** *Алматы, z-mustafa@rambler.ru*

Арыстанова Асель Бекбулатовна, *докторант PhD, Казахский национальный аграрный университет,* ***Республика Казахстан,*** *г. Алматы,sonya-84-84@mail.ru*

Таженова Айгерим Ибатоллакызы, *Казахский национальный аграрный университет,* ***Республика Казахстан,*** *г. Алматы, Aigan.11.90@mail.ru*

На основе систематизации и системного анализа многолетних информационно-аналитических материалов РГП «Казгидромет» по загрязнению воды в низовьях реки Сырдарьи произведена оценка качества воды и их экологического состояния, которые позволяют определить интенсивность и направленность трансформации загрязняющих веществ в пространственно-временном масштабе в условиях антропогенной деятельности.

Ключевые слова: анализ, оценка, систематизация, загрязнение, вода, вещество, экологическое состояние, антропогенная, нагрузка, трансформация.

ASSESSMENT OF POLLUTION OF THE JAJIK RIVER RESERVATION BY HYDROCHEMICAL SUBSTANCES UNDER CONDITIONS OF ANTHROPOGENIC ACTIVITY

Kozykeyeva A. T., Mustafayev Zh. S, Arystanova A. B., Tazhieva A. I.

On the basis of ordering and system analysis of long-term information and analytical materials RSE «Kazhydromet» Pollution of water downstream of the Syr Darya evaluated water quality and environmental conditions that allow us to determine the intensity and direction of the transformation of pollutants in the space-time scale in terms of human activities.

Keywords: analysis, evaluation system, systematization, dirt, water, material, ecology, state, anthropogenic nature, methods, transformation.

Введение. Рациональное использование и охрана водных ресурсов от загрязнения и истощения в водохозяйственном бассейне реки Жайык были и остаются одной из важнейших гидроэкологических проблем в системе природопользования и обустройства трансграничных

речных бассейнов. Все более актуальной становится проблема загрязнения водных ресурсов реки Жайык, являющимся основным водным объектом Западного Казахстана, где расположены Актюбинская, Западно-Казахстанская и Атырауская области Республики Казахстан.

Объекты исследования. Территория трансграничного бассейна реки Жайык (Урал) охватывает западный сектор российско-казахстанского приграничного региона, включает регионы Российской Федерации (Республика Башкортостан, Челябинская и Оренбургская области) и Актюбинскую, Западно-Казахстанскую и Атыраускую области Республики Казахстан.

Цель исследования – провести оценку геоэкологического состояния водосбора бассейна трансграничной реки Жайык на основе многолетних наблюдений с помощью гидрохимических и гидробиологических показателей, для выявления факторов, негативно влияющих на геоэкологическую устойчивость водных экосистем.

Методика исследований. Информационной базой для оценки качества воды и экологического состояния водных объектов в бассейне реки Жайык использовались «Ежегодные данные о качестве поверхностных вод» Республики Казахстан» РГП «Казгидромет» МОСВР РК и многолетние фондовые и литературные источники по гидрохимическим показателям [1, 2], включающих азот аммонийный (NH_4), азот нитритный (NO_2), азот нитратный (NO_3), хлориды (Cl), сульфаты (SO_4), медь (Cu), цинк (Zn), натрий (Na) и нефтепродукты (таблица 1).

Таблица 1 – Концентрации загрязняющих веществ в речной воде в водосборах бассейна реки Жайык

Загрязняющие вещества	Годы			
	1990	2000	2005	2010
город Уральск				
Расход воды (Q), м^3/с	454.0	367.0	295.0	209.0
Взвешенные вещества, мг/л	-	91.6	13.7	13.9
Азот аммонийный (NH_4), мг/л	0.34	0.16	0.08	0.17
Азот нитритный (NO_2), мг/л	0.01	0.01	0.08	0.04
Азот нитратный (NO_3), мг/л	0.54	0.56	7.33	3.45
Нефтепродукты, мг/л	0.05	0.06	0.02	0.03
Хлориды (Cl), мг/л	80.11	92.01	123.34	209.8
Сульфаты (SO_4), мг/л	87.33	92.83	92.36	119.52
Железо общее (Fe), мг/л	-	0.13	0.10	0.016
Медь (Cu), мг/л	2.81	3.23	-	-
Цинк (Zn), мг/л	4.35	2.44	-	-
город Атырау				
Расход воды (Q), м^3/с	385,0	339,0	352,0	216,0
Взвешенные вещества, мг/л	-	114,7	131,2	58,9
Азот аммонийный (NH_4), мг/л	0,09	0,21	0,09	0,13
Азот нитритный (NO_2), мг/л	0,02	0,02	0,03	0,02
Азот нитратный (NO_3), мг/л	0,27	0,24	0,30	1,04
Нефтепродукты, мг/л	0,06	0,05	0,04	0,02
Хлориды (Cl), мг/л	89,21	126,49	124,16	79,09
Сульфаты (SO_4), мг/л	64,96	80,30	72,03	78,0
Железо общее (Fe), мг/л	-	0,24	0,47	0,14
Медь (Cu), мг/л	0,77	1,34	2,76	1,41
Цинк (Zn), мг/л	2,01	3,43	42,53	11,40
Кадмий (Cd), мг/л	-	1,19	25,12	-
Марганец (Mn),мг/л	-	12,2	-	3,39

Для оценки качества водных ресурсов и экологического состояния водных экосистем в практике водного хозяйства широко используются методы, основанные на использовании комплексных показателей, то есть оценка качества воды и экологического состояния водных объектов в бассейне реки Жайык проводится по методике В. В. Шабанова с помощью коэффициента предельной загрязненности ($K_{пз}$)[3]:

$$K_{пз} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^{N} \frac{C_i}{ПДК_i} - 1,$$

где i – номер загрязняющего воду вещества; N – количество учитываемых веществ; $ПДК_i$ – предельно-допустимая концентрация учитываемых веществ; C_i – фактическая концентрация учитываемых веществ; $K_{пз}$ – коэффициент предельной загрязненности, характеризующий качество воды, состояние водного объекта рек и его водохозяйственное значение [4, 5].

Результаты исследований. Интенсивное использование водных ресурсов водосбора бассейна реки Жайык резко изменило их качественные и количественные гидрохимические параметры воды в результате сброса в воду самых разнообразных загрязнителей антропогенного происхождения, которые способствовали разрушению естественных экосистем. Это вызвало необходимость оценки качества воды и экологического состояния водных объектов на территории Западно-Казахстанской и Атырауской областей Республики Казахстан, являющихся одной из зон маганизирования поверхностного стока бассейна Каспийского моря.

Оценка качества воды и эколого-водохозяйственного состояния водных объектов водосбора бассейна реки Жайык проводилась в пространственно-временном масштабе с интервалом пять лет для выявления направленности и интенсивности гидрогеохимического процесса в водных экосистемах Западно-Казахстанской и Атырауской областей как среды обитания человека (таблица 2).

Как видно из таблицы 2, эколого-водохозяйственная оценка качества воды в водосборах бассейна реки Жайык, проведенная в пространно-временном масштабе, начиная с границы Республики Казахстан (гидрологический пост – город Уральск) до устья реки (гидрологический пост – город Атырау) позволила определить направленность и интенсивность их загрязнения главными ионами (Cl, Na, SO_4), биогенными элементами (NH_4, NO_2, NO_3) и тяжелыми металлами (Cu, Zn).

При этом по коэффициенту предельной загрязненности ($K_{пз}$) в створе гидрологического поста в г. Уральске качество воды оценивается в пределах очень чистая-чистая, в створе гидрологического поста – г. Атырау – грязная, что необходимо учитывать при разработке природоохранных мероприятий в водосборах бассейна реки Жайык.

Таким образом, на основе систематизации и системного анализа, а также прогнозного расчета по определению коэффициента предельной загрязненности ($K_{пз}$) произведена оценка качества воды и эколого-водохозяйственного состояния водной экосистемы в водосборах бассейна реки Жайык в пространственно-временном масштабе, то есть качество воды на всех рассматриваемых гидрологических постах оценивается на уровне «чистая (мезотрофные)» и «загрязненная (эвтофные)».

Выводы. Система оценки качества воды и эколого-водохозяйственного состояния водной экосистемы в водосборах бассейна реки Жайык с использованием коэффициента предельной загрязненности ($K_{пз}$) дала возможность определить степень, направленность и характер загрязнения водных объектов в пространственно-временном масштабе, что дает основу для разработки системы мероприятий по рациональному природопользованию и предотвращению возможных чрезвычайных ситуаций на основе количественной характеристики процессов естественного самоочищения природных систем.

Таблица 2- Оценка загрязненности воды в водосборах бассейна реки Жайык в пространственно-временном масштабе по коэффициенту предельной загрязненности

Загрязняющие вещества	$ПДК_i$, мг/л	Коэффициент загрязнения воды i –тым ингредиентом ($C_i / ПДК_i$)			
		1990	2000	2005	2010
город Уральск					
Азот аммонийный (NH_4)	0.50	-0.320	-0.680	-0.840	-0.660
Азот нитритный (NO_2)	0.08	-0.875	-0.875	0.000	-0.500
Азот нитратный (NO_3)	9.1	-0.340	-0.338	-0,194	-0,621
Нефтепродукты	0.10	-0.500	-0.400	-0.800	-0.700
Хлориды (Cl)	300.0	-0,732	-0,693	-0,588	-0,300
Сульфаты (SO_4)	100.0	-0,127	-0,072	-0,076	0,195
Железо общее (Fe)	0,30	-	-0,566	-0,666	-0,947
Медь (Cu)	1.0	1.810	2.230	-	-
Цинк (Zn)	1.0	3.350	1.440	-	-
$K_{пз}$		0,252	0,068	-0,352	-0,392
город Атырау					
Азот аммонийный (NH_4)	0.50	-0,820	-0,580	-0,820	-0,740
Азот нитритный (NO_2)	0.08	-0,750	-0,750	-0,940	-0,750
Азот нитратный (NO_3)	9.1	-0,970	-0,974	-0,967	-0,985
Нефтепродукты	0.10	-0,400	-0,500	-0,600	-0,800
Хлориды (Cl)	300.0	-0,703	-0,578	-0,586	-0,736
Сульфаты (SO_4)	100.0	-0,350	-0,197	-0,280	-0,220
Железо общее (Fe)	0,30	-	-0,200	0,566	-0,533
Медь (Cu)	1.0	-0,230	0,340	1,760	0,410
Цинк (Zn)	1.0	1,010	2,430	41,530	10,400
Азот аммонийный (NH_4)	5,0	-	-0,762	4,024	-
Азот нитритный (NO_2)	10,0	-	0,220	-	-0,661
$K_{пз}$		-0,402	-0,141	4,255	0,538

ЛИТЕРАТУРА

1. Бурлибаев М. Ж. Проблемы загрязнения основных трансграничных рек Казахстана [Текст] / М. Ж. Бурлибаев, Н. А. Амиргалиев, И. В. Шенбергер [и др.]. – Алматы : Канагат, 2014. – Т. 1. – 742 с.

2. Козыкеева А. Т. Геоэкологическая оценка содержания загрязняющих веществ в речных водах в бассейне р. Жайык [Текст] / А. Т. Козыкеева, Ж. С. Мустафаев, А. Б. Арыстанова // Проблемы развития сельскохозяйственных мелиораций и водохозяйственного комплекса на базе цифровых технологий : Материалы междунар. юбилейной науч.-практ. конф. – М. : Изд. ВНИИГиМ, 2019. – Т. 2. – С. 114–120.

3. Шабанов В. В. Метод оценки качества вод и состояния водных экосистем [Текст] / В. В. Шабанов, В. Н. Маркин. – М. : МГУП, 2009. – 154 с.

УДК 502.656

КОМПЛЕКСНАЯ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОЦЕНКА КАЗАХСТАНСКОЙ ЧАСТИ ТЕРРИТОРИИ ВОДОСБОРА РЕКИ ТОБОЛ

Козыкеева Алия Тобажановна, *доктор технических наук,* профессор*, Казахский национальный аграрный университет,* ***Республика Казахстан****, г. Алматы, aliya.kt@yandex.ru*

Мустафаев Жумахан Сулейменович, *доктор технических наук, профессор, Казахский национальный аграрный университет,* ***Республика Казахстан,*** *г. Алматы, z-mustafa@rambler.ru*

Тастемирова Бакыткул, *докторант PhD, Казахский национальный аграрный университет,* ***Республика Казахстан,*** *г. Алматы, tastemirovab@mail.ru*

Жатканбаева Айнур Орынбасаровна, *доктор PhD, Таразский государствен-ный университет имени М.Х. Дулати,* ***Республика Казахстан, г.*** *Тараз, ainur_779@mail.ru*

На основе системного анализа многолетних информационно-аналитических материалов «Ежегодные данные о качестве поверхностных вод» Республики Казахстан» РГП «Казгидромет» МОСВР РК по загрязнению воды в бассейне реки Тобыл с использованием коэффициента предельной загрязненности В. В. Шабанова произведена оценка качества воды по гидрохимическим показателям в пространственно-временном масштабе в условиях антропогенной деятельностиНачиная с зоны формирования стока (гидрологический пост – село Гришенка) до 3 км ниже сброса стока города Костанай коэффициент предельной загрязненности ($K_{пз}$) изменяется от – 0,1089 до 12,7116, то есть от очень чистой воды до очень грязной.

Ключевые слова: анализ, оценка, вода, экологическое состояние, антропогенная, нагрузка.

INTEGRATED WATER ECONOMIC ASSESSMENT OF THE KAZAKHSTAN PART OF THE TOBYL RIVER RESERVOIR TERRITORY

Kozykeyeva A. T., Mustafayev Zh. S., Tastemirova B. E., Zhatkanbaeva A. O.

Based on a systematic analysis of long-term information and analytical materials «Annual data on surface water quality» of the Republic of Kazakhstan, RSE «Kazhydromet» of the Ministry of Water Resources of the Republic of Kazakhstan on water pollution in the Tobyl river basin and using the maximum pollution coefficient V.V. Shabanova assessed water quality by hydrochemical indicators on a spatio-temporal scale under the conditions of anthropogenic activity, which showed, starting from the runoff formation zone (hydrological post of the village of Grishenka), up to 3 km below the runoff of the city of Kostanay, the coefficient of maximum pollution ($K_{пз}$) varies from - 0, 1089 to 12.7116, i.e. from very clean to very dirty.

Keywords: analysis, assessment, system, systematization, water, substance, ecology, state, anthropogenic, nature, methods, transformation.

Введение. Современное развитие науки и техники предполагает наличие комплексного подхода к решению многих проблем в области сбалансированного использования водных ресурсов трансграничных рек. При изучении водных объектов трансграничных рек такой подход в большинстве случаев невозможен без учета их гидрологического и гидрохимического режимов формирования геостока реки. Исследования загрязнения водотоков бассейна реки Тобыл загрязняющими веществами в многолетнем и пространственном масштабе будет способствовать нахождению оптимальных путей регулирования их гидрогеохимического режима с целью снижения техногенной нагрузки природной среды и выработки управленческих решений для охраны водных ресурсов.

Цель исследований – на основе оценки загрязнения водных ресурсов реки Тобыл определить особенности формирования их гидрохимического режима в условиях антропогенной деятельности в пространственно-временном масштабе.

Объект исследования – река Тобыл; протекает по территории двух государств – Республики Казахстан (Костанайская область) и по нескольким областям Российской Федерации.

Методика исследований. Методы исследования основаны на системном анализе и обобщении результатов мониторинга, то есть использованы многолетние информационно-

аналитические материалы «Ежегодные данные о качестве поверхностных вод» Республики Казахстан» РГП «Казгидромет» МОСВР РК (таблица 1) [1, 2].

Для оценки качества водных ресурсов и экологического состояния водных экосистем использован комплексный показатель В. В. Шабанова, то есть коэффициент предельной загрязненности ($K_{пз}$)[3]:

$$K_{пз} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^{N} \frac{C_i}{ПДК_i} - 1,$$

где i – номер загрязняющего воду вещества; N – количество учитываемых веществ; $ПДК_i$ – предельно-допустимая концентрация учитываемых веществ; C_i – фактическая концентрация учитываемых веществ.

Результаты исследований. На основе методологического подхода В.В. Шабанова базирующегося на коэффициенте предельной загрязненности ($K_{пз}$) [3] с использованием многолетних информационно-аналитических материалов РГП «Казгидромет» по загрязнению воды в бассейне реки Тобыл и интегральных критериев предельно-допустимой концентрации (ПДК) для рыбохозяйственного водопользования [1] выполнена оценка качества воды по гидрохимическим показателям (таблица 2).

Таблица 1 – Концентрации загрязняющих веществ в водосборе бассейна реки Тобыл в пространственно-временном масштабе

Показатель	Средние концентрации загрязняющих веществ за период, год			
	1990	2000	2005	2012
Река Тобыл – село Гришенка				
Расход воды (Q), м^3/с	7,46	909	12,17	4,88
Взвешенные вещества, мг/л	-	39,20	40,61	29,39
Магний (Mg), мг/л	37,49	43,60	325,66	377,82
Хлориды (Cl),мг/л	254,89	400,19	325,66	377,82
Сульфаты (SO_4), мг/л	160,24	226,71	166,71	224,21
Кальций (Ca), мг/л	65,49	72,72	64,82	66,67
Летучие фенолы, мг/л	0,0000	0,0004	0,0008	0,0004
Нефтепродукты, мг/л	0,02	0,03	0,02	0,02
СПАВ, мг/л	0,02	0,05	0,04	0,03
Азот аммонийный (NH_4), мг/л	0,18	0,09	0,10	0,26
Азот нитритный (NO_2), мг/л	0,02	0,01	0,01	0,01
Азот нитратный (NO_3), мг/л	0,90	0,58	0,28	0,25
Фосфаты (PO_4), мг/л	0,07	0,04	0,04	0,02
Железо общее (Fe), мг/л	0,25	0,21	0,21	0,093
Медь (Cu), мкг/л	0,00	1,44	18,90	3,01
Цинк (Zn), мкг/л	0,00	1,95	7,02	1,93
Фториды (F), мкг/л	0,37	0,44	0,36	0,37
Река Тобыл – город Костанай (3 км ниже сброса городского стока)				
Расход воды (Q), м^3/с	9,65	15,36	17,73	6,13
Взвешенные вещества, мг/л	-	36,81	38,74	29,47
Магний (Mg), мг/л	38,88	27,85	-	41,72
Хлориды (Cl),мг/л	254,76	239,43	186,11	205,13
Сульфаты (SO_4), мг/л	224,54	244,86	142,01	192,20
Кальций (Ca), мг/л	95,88	95,23	69,59	69,82
Летучие фенолы, мг/л	0,0000	0,0004	0,0008	0,0005
Нефтепродукты, мг/л	0,02	0,03	0,02	0,02
СПАВ, мг/л	0,02	0,05	0,04	0,02
Азот аммонийный (NH_4), мг/л	0,65	0,22	0,13	0,27
Азот нитратный (NO_2), мг/л	0,05	0,03	0,01	0,01

Азот нитратный (NO_3), мг/л	3,09	2,07	0,64	0,60
Фосфаты (PO_4), мг/л	0,13	0,07	0,07	0,09
Железо общее (Fe), мг/л	0,22	0,23	0,16	1,22
Медь (Cu), мкг/л	0,33	2,28	14,08	3,46
Цинк (Zn), мкг/л	0,48	0,56	7,28	1,99
Хром общий (Cr), мкг/л	0,00	0,01	4,44	9,30
Фториды (F), мкг/л	0,43	0,44	0,38	0,40

Таким образом, оценка качества воды в водосборе бассейна реки Тобыл в пространственно-временном масштабе, начиная с зоны формирования стока (гидрологический пост – село Гришенка) до 3 км ниже сброса стока города Костанай показала, что коэффициент предельной загрязненности ($K_{пз}$) изменяется от 0,1089 до 12,7116, то есть от очень чистой воды до очень грязной.

Таблица 2 – Оценка качества воды в бассейне реки Тобыл по гидрохимическим показателям в пространственно-временном масштабе

Показатель	$ПДК_{рх}$	Коэффициент загрязнения воды i –ым ингредиентом ($C_i / ПДК_i$)			
		1990	2000	2005	2012
Река Тобыл – село Гришенка					
Магний (Mg)	40,0	-0,0693	0,0900	7,1415	8,4455
Хлориды (Cl)	300,0	-0,1504	0,3339	0,0855	0,2594
Сульфаты (SO_4)	100,0	0,6024	1,2671	0,6671	1,2421
Кальций (Ca)	180,0	-0,6362	-0,5960	-0,6399	-0,6296
Летучие фенолы	0,001	0,0000	-0,6000	-0,2000	-0,6000
Нефтепродукты	0,05	-0,6000	-0,4000	-0,6000	-0,6000
СПАВ	0,1	-0,8000	-0,5000	-0,6000	-0,7000
Азот аммоний (NH_4)	0,39	-0,5338	-0,7692	-0,7444	-0,3333
Азот нитратный (NO_2)	0,02	0,0000	-0,5000	-0,5000	-0,5000
Азот нитратный (NO_3)	9,00	-0,9000	-0,9355	-0,9689	-0,9722
Фосфаты (PO_4)	0,25	-0,7200	-0,8400	-0,8400	-0,9200
Железо общее (Fe)	0,03	7,3333	6,000	6,0000	2,1000
Медь (Cu)	1,0	0,0000	0,4400	17,9000	2,0100
Цинк (Zn)	10,0	0,0000	-0,8050	-0,2980	-0,8070
Фториды (F)	0,75	-0,5067	-0,4133	-0,5200	-0,5067
$K_{пз}$		0,2013	0,1183	1,7255	0,4992
Железо общее (Fe)	0,03	4,000	4,6667	3,6667	208,00
Река Тобыл – город Костанай (3 км ниже сброса городского стока)					
Магний (Mg)	40,0	-0,0280	-0,3038	0,0000	0,0430
Хлориды (Cl)	300,0	-0,1508	-0,2019	-0,3796	-0,3174
Сульфаты (SO_4)	100,0	1,2454	1,4486	0,4201	0,9220
Кальций (Ca)	180,0	-0,4673	-0,4709	-0,6134	-0,6155
Летучие фенолы	0,001	0,0000	-0,6000	-0,2000	-0,5000
Нефтепродукты	0,05	-0,6000	-0,4000	-0,6000	-0,6000
СПАВ	0,1	-0,8000	-0,5000	-0,6000	-0,8000
Азот аммоний (NH_4)	0,39	0,6667	-0,4359	-0,6667	-0,3077
Азот нитритный (NO_2)	0,02	1,5000	0,5000	-0,5000	-0,5000
Азот нитратный (NO_3)	9,00	-0,6567	0,7700	-0,9289	-0,6333
Фосфаты (PO_4)	0,25	-0,4800	-0,7200	-0,7200	-0,6400
Железо общее (Fe)	0,03	6,3333	6,6667	4,3333	3,0667
Медь (Cu)	1,0	-0,6700	1,2800	13,0800	2,4600
Цинк (Zn)	10,0	-0,9520	-0,9440	-0,2720	-0,8010
Фториды (F)	20,0	0,0000	-0,9995	-0,7780	0,5350
Хлориды (Cl)	0,75	-0,4267	-0,4133	-0,4933	-0,4667
$K_{пз}$		0,2822	0,2923	0,6926	0,0528

***Выводы*:** Система оценки качества воды в водосборе бассейна реки Тобыл с использованием коэффициента предельной загрязненности ($K_{пз}$) позволила определить степень, направленность и характер загрязнения водных объектов в пространственно-временном масштабе, что дает возможность разработать систему мероприятий по рациональному природопользованию и предотвращению возможных чрезвычайных ситуаций на основе количественной характеристики процессов естественного самоочищения природной системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бурлибаев М. Ж. Проблемы загрязнения основных трансграничных рек Казахстана [Текст] / М. Ж. Бурлибаев, И. В. Шенбергер, Д. М. Бурлибаева [и др.]. – Алматы: Канагат, 2017. –Т. 2. – 552 с.
2. Козыкеева А. Т. Комплексная оценка гидрохимического режима стока водосбора бассейна реки Тобыл [Текст] / А. Т. Козыкеева, Jozef Mosiey, Б. Е. Тастемирова // Исследования, результаты. – 2019. – № 1(81). ISSN 2304-3334/ – С. 97–103.
3. Шабанов В. В. Метод оценки качества вод и состояния водных экосистем [Текст] / В. В. Шабанов, В. Н. Маркин. – М. : МГУП, 2009. – 154 с.

УДК 502.656

ЗАВИСИМОСТЬ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО СТОКА ОТ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ ВОДОСБОРОВ БАССЕЙНА РЕКИ ЕСИЛЬ

Мустафаев Жумахан Сулейменович, *доктор технических наук, профессор, Казахский национальный аграрный университет,* ***Республика Казахстан****, Алматы, z-mustafa@rambler.ru*

Козыкеева Алия Тобажановна, *доктор технических наук, профессор, Казахский национальный аграрный университет,* ***Республика Казахстан,*** *Алматы, aliya.kt@yandex.ru*

Калмашова Айнур Нурлепесовна, *докторант PhD, Казахский национальный аграрный университет,* ***Республика Казахстан****, Алматы, abdikerimova_89@mail.ru*

Алдиярова Айнур Есиркеповна, *доктор PhD, Казахский национальный аграрный университет,* ***Республика Казахстан****, Алматы,ainur_005@mail.ru*

На основе и системного анализа многолетних информационно-аналитических материалов РГП «Казгидромет», характеризующих метеорологические и гидрологические режимы водосбора бассейна реки Есиль, определены направленность и интенсивность изменения климата и степень синхронности среднемесячного стока реки и среднемесячных атмосферных осадков, позволяющих прогнозирование, регулирование и управление поверхностным стоком в Северном Казахстане.

Ключевые слова: река, бассейн, водосбор, сток, климат, гидрология, атмосферные осадки, синхронность, оценка.

HYDROLOGICAL DRAIN DEPENDENCE ON ATMOSPHERIC SEDIMENTS OF THE ESIL RIVER BASIN DRAINAGE

Mustafayev Zh. S., Kozykeyeva A. T., Kalmashova A. N., Aldiyarova A. E.

Based on the systematization and system analysis of long-term information and analytical materials of the RSE «Kazgidromet» characterizing the meteorological and hydrological regimes of the Yesil river basin, the directivity and intensity of climate change and the degree of synchronicity of the monthly flow of the river and the average monthly precipitation, allowing forecasting, regulation and management of surface runoff of Northern Kazakhstan.

Keywords: river, basin, catchment, runoff, climate, hydrology, precipitation, synchronicity, assessment.

Введение. Решение задач в области рационального использования, совершенствования и развития водохозяйственного комплекса бассейна реки Есиль, сток которой формируется в основном за счет снеговых и дождевых вод, требует необходимости анализа и оценки формирования гидрологического режима с учетом климатических условий Северного Казахста-

на, то есть степень зависимости формирования стока от атмосферных осадков и температуры воздуха.

Объект исследования. Водосборная площадь р. Есиль составляет 177 000 км², из неё на территорию России приходится около 20 % площади, где формируется около 30 % стока. Основные притоки (на территории Казахстана): правые – Калкутан, Жабай, Акканбурлык, Иманбурлык: левые – Терисаккан. Основные притоки Есиль (на территории России): правые – Карасуль (впадает в Есиль недалеко от села Буровое), Ик; левый – Барсук [1].

Цель и задачи исследований заключается в проведении комплексного анализа и оценки формирования гидрологического режима стока водосборов бассейна реки Есиль с учетом климатических условий Северного Казахстана, то есть уровень синхронности формирования стока в зависимости от атмосферных осадков и температуры воздуха.

Материалы и методика исследований. При решении поставленных в работе задач использовались многочисленные информационно-аналитические материалы РГП «Казгидромет», то есть данные метеорологических станций и гидрологических постов, расположенных в водосборах бассейна реки Есиль. Методы исследования основаны на систематизации, системном анализе и обобщении результатов мониторинга.

Для оценки степени синхронности внутригодового расхода воды реки Есиль и атмосферных осадков водосборной территории использованы отношения максимального значения расхода воды реки в месяцах ($Q_i^{\max}$) к месячному значению расхода воды в реках (Q_i), а также максимального значения атмосферных осадков в месяцах ($O_{ci}^{\max}$) к месячному значению атмосферных осадков (O_{ci}) [4, 5, 6]: $K_{qi} = Q_i / Q_i^{\max}$; $K_{oci} = O_{ci} / O_{ci}^{\max}$, где K_{qi} – внутригодовая изменчивость расходов воды в реках; K_{oci} – внутригодовая изменчивость атмосферных осадков.

Для определения степени синхронности внутригодового расхода воды реки и атмосферных осадков водосборной территории бассейна реки можно использовать следующее выражение: $K_{ci} = K_{qi} / K_{oci}$, где K_{ci} – показатель синхронности внутригодового расхода воды реки и атмосферных осадков водосборной территории бассейна реки.

На основе информационно-аналитических материалов [2], характеризующих внутригодовое распределение атмосферных осадков водосборной территории бассейна реки Есиль, определена внутригодовая изменчивость атмосферных осадков (таблица 1).

Таблица 1 – Оценка внутригодовой изменчивости атмосферных осадков водосборной территории бассейна р.Есиль

Месяцы	Метеорологические станции					
	Астана		Атбасар		Есиль	
	O_{ci} ,мм	K_{oci}	O_{ci} , мм	K_{oci}	O_{ci} , мм	K_{oci}
1	2	3	4	5	6	7
I	18,0	0,37	30,0	0,68	29,0	0,67
II	14,0	0,29	21,0	0,48	22,0	0,51
III	14,0	0,29	32,0	0,72	31,0	0,72
IV	22,0	0,45	24,0	0,54	22,0	0,51
V	34,0	0,59	34,0	0,77	32,0	0,74
VI	36,0	0,73	43,0	0,98	42,0	0,97
VII	49,0	1,00	44,0	1,00	43,0	1,00
VIII	29,0	0,59	36,0	0,81	35,0	0,81
IX	22,0	0,45	29,0	0,66	29,0	0,67
X	26,0	0,53	29,0	0,66	28,0	0,65
XI	23,0	0,47	32,0	0,72	30,0	0,70
XII	20,0	0,41	32,0	0,72	29,0	0,67
Месяцы	Метеорологические станции					
	Рузаевка		Явленка		Петропавловск	
	O_{ci} ,мм	K_{oci}	O_{ci} ,мм	K_{oci}	O_{ci} ,мм	K_{oci}
I	14,0	0,30	15,0	0,23	25,0	0,40
II	9,0	0,17	14,0	0,21	18,0	0,29

III	13,0	0,25	16,0	0,24	19,0	0,31
IV	20,0	0,38	23,0	0,35	24,0	0,39
V	28,0	0,54	35,0	0,53	34,0	0,55
VI	28,0	0,54	54,0	0,82	55,0	0,89
VII	52,0	1,00	66,0	1,00	62,0	1,00
VIII	36,0	0,69	53,0	0,80	53,0	0,85
IX	28,0	0,54	32,0	0,48	34,0	0,55
X	28,0	0,54	33,0	0,50	15,0	0,24
XI	20,0	0,38	22,0	0,33	18,0	0,29
XII	15,0	0,29	24,0	0,36	17,0	0,27

Для проведения сравнительного анализа внутригодовой изменчивости атмосферных осадков и расхода воды на водосборной территории бассейна реки Есиль определен коэффициент внутригодовой изменчивости (таблица 2).

Как видно из таблицы 2, в основном формирование стока в водосборе бассейна реки Есиль по продолжительности достаточно ограниченно, так максимально 50–60 дн, а в остальное время года величина стока резко снижается и в некоторые месяцах равна нулю.

Таблицы 2 – Оценка внутригодовой изменчивости среднемноголетних расходов воды в бассейне р. Есиль

Месяцы	Гидрологические посты в бассейне р. Есиль					
	Есиль – г. Астана		Есиль – г. Державинск		Есиль – г. Перопавловск	
	Q_i, м^3/с	K_{qi}	Q_i, м^3/с	K_{qi}	Q_i, м^3/с	K_{qi}
I	0,04	0.001	0,00	0.000	2,83	0.016
II	0,01	0.000	0,00	0.000	2,45	0.013
III	0,01	0.000	0,00	0.000	2,08	0.011
IV	44,0	1.000	22,5	0.771	111,0	0.609
V	7,96	0.174	29,2	1.000	182,0	1.000
VI	1,10	0.025	0,06	0.002	49,8	0.274
VII	0,48	0.011	0,04	0.001	16,8	0.092
VIII	0,20	0.005	0,03	0.001	9,57	0.052
IX	0,28	0.006	0,02	0.000	7,09	0.039
X	0,36	0.008	0,03	0.000	6,40	0.035
XI	0,43	0.010	0,02	0.000	5,70	0.031
XII	0,14	0.003	0,05	0.002	4,44	0.024

Для количественной оценки степени синхронности внутригодового расхода воды реки и атмосферных осадков водосборных территорий бассейна реки Есиль выполнен сравнительный анализ (таблица 3).

Таблица 3 – Оценка степени синхронности внутригодового расхода воды реки и атмосферных осадков водосборных территорий бассейна р. Есиль

Мес-яцы	Гидрологические посты и метеорологические станции в бассейне р. Есиль								
	Есиль – г. Астана			Есиль – г. Державинск			Есиль – г. Перопавловск		
	K_{qi}	K_{oci}	K_{ci}	K_{qi}	K_{oci}	K_{ci}	K_{qi}	K_{oci}	K_{ci}
I	0.001	0,37	0.003	0.000	0,68	0.000	0.016	0,40	0.040
II	0.000	0,29	0.000	0.000	0,48	0.000	0.013	0,29	0.045
III	0.000	0,29	0.000	0.000	0,72	0.000	0.011	0,31	0.035
IV	1.000	0,45	4.500	0.771	0,54	1.428	0.609	0,39	1.561
V	0.174	0,59	0.294	1.000	0,77	1.298	1.000	0,55	1.818
VI	0.025	0,73	0.342	0.002	0,98	0.002	0.274	0,89	0.308
VII	0.011	1,00	0.011	0.001	1,00	0.001	0.092	1,00	0.092
VIII	0.005	0,59	0.008	0.001	0,81	0.001	0.052	0,85	0.061
IX	0.006	0,45	0.013	0.000	0,66	0.000	0.039	0,55	0.071
X	0.008	0,53	0.015	0.000	0,66	0.000	0.035	0,24	0.146
XI	0.010	0,47	0.021	0.000	0,72	0.000	0.031	0,29	0.107
XII	0.003	0,41	0.007	0.002	0,72	0.003	0.024	0,27	0.089

Как видно из таблицы 3, степень синхронности внутригодового расхода воды реки и атмосферных осадков водосборных территорий бассейна реки Есиль довольно низкая, то есть в начале и конце года равна нулю, только в середине весны достигает максимального значения, что связано особенностями гидрологического режима реки в степной зоне Казахстана – снего-дождевое питание. В связи с этим для повышения водообеспеченности водосборов бассейна реки Есиль с середины 60-х гг. XX в. по настоящее время сооружено 45 водохранилищ общим объемом 1583,52 млн м^3 и полезным объемом 1446,36 млн м^3.

ЛИТЕРАТУРА

1. Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление [Текст]. – Алматы, 2012. – Т. V: Климат Казахстана – основа формирования водных ресурсов / Под науч. ред. В. Г. Сальникова – 430 с.

2. Научно-прикладной справочник по климату СССР [Текст]. – Л. : Гидрометеоиздат, 1989. – Кн. 1. – № 18. – 514 с.

УДК 338.46: 631.6

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛУГИ МЕЛИОРАЦИИ ПРИ КОМПЛЕКСНОМ ОБУСТРОЙСТВЕ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

Мустафаев Жумахан Сулейменович, *доктор технических наук, профессор, Казахский национальный аграрный университет,* ***Республика Казахстан,*** *Алматы, z–mustafa@rambler.ru*

Козыкеева Алия Тобажановна, *доктор технических наук, профессор, Казахский национальный аграрный университет,* ***Республика Казахстан,*** *Алматы, aliya.kt@yandex.ru*

Ешмаханов Мырзабек Копбосынович, *кандидат географических наук, Таразский педагогический университет,* ***Республика Казахстан,*** *Тараз,mirza_123@bk.ru.*

Турсынбаев Нуржан Аманжолович, *Таразский государственный университет имени М. Х. Дулати,* ***Республика Казахстан,*** *Тараз,nurANT_78@mail.ru*

На основе математической модели В. Р. Волобуева для определения затраты энергии на почвообразовательный процесс в природных системах разработана модель для оценки экологической емкости ландшафтных систем речных бассейнов, что позволило сформировать методологическое обеспечение экологических услуг мелиорации сельскохозяйственных земель при комплексном обустройстве водосборов речных бассейнов.

Ключевые слова: энергия, затраты, почвообразование, емкость, речной бассейн, мелиорация, экология, закон сохранения энергии, нормы водопотребности.

METHODOLOGY FOR THE ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL SERVICES OF RECHARGEATION WITH COMPLEX IMPLEMENTATION OF RIVER POOLS

Mustafaev Zh. S., Kozykeyeva A. T., Eshmakhanov M. K.,Tursynbayev N. A.

Based on the mathematical model of V.R. Volobuev to determine the energy costs of the soilforming process of natural systems developed a model for assessing the ecological capacity of landscape systems of river basins, which made it possible to formulate a methodological support for the ecological services of agricultural land reclamation in the integrated arrangement of river basins.

Keywords: energy, costs, soil formation, capacity, nature, river basin, melioration, ecology, energy conservation law, processes, formation, norms of water demand.

В речных бассейнах формирование ландшафтно-географических, геохимических зон и гидрохимической зональности обусловлено количеством поступающей космической энергии, в первую очередь солнечной радиации, то есть радиационного баланса деятельной поверхности (R). Атмосферные осадки, испарение, формирование поверхностных и подземных вод зависят от космических энергетических ресурсов речных бассейнов, а именно их геоморфологической схематизации. Следовательно, все почвообразовательные и биохимические про-

цессы, протекающие в бассейнах реки, а также количественные и качественные состояния ландшафтных систем (катен) обусловлены соотношением поступающих тепла и влаги, выполняющих определенные экологические функции в природной системе, результат которых удовлетворяет определенные потребности общества. Для повышения полезного эффекта природной системы возникает необходимость научного обоснования деятельности человека в виде услуг по мелиорации природного объекта в целях улучшения неблагоприятных природных (гидрологических, почвенных, агроклиматических) условий и наиболее эффективного использования водных и земельных ресурсов в соответствии с потребностями сельскохозяйственных культур. С другой стороны, мелиоративная деятельность человека должна быть направлена на регулирование почвообразовательного процесса в соответствии с законами эволюции с целью обеспечения благоприятной экологической ситуации [1].

Цель исследования – обоснование экологической услуги по мелиорации сельскохозяйственных земель при комплексном обустройстве водосборов речных бассейнов на основе закона сохранения энергии, характеризующего процесс теплообмена в конкретной точке пространства за известный промежуток времени.

Результаты исследования. Широтная климатическая зональность природно-географических систем в речных бассейнах сформировалась под влиянием солнечной радиации и осадков, что отражается в гидротермическом режиме через «индекс сухости» ландшафтов ($\overline{R} = R / L \cdot O_C$, где $\overline{R}$ – гидротермический показатель, или «индекс сухости» М. И. Будыко; O_C – годовое значение атмосферных осадков, мм; R – радиацонный баланс деятельной поверхности; L – удельная теплота парообразования, принятая постояной и равная 2.5 кДж/см^2) [2]. Этот показатель характеризует баланс энергии и определяет интенсивность протекания биохимических процессов на Земле, в частности, затраты энергии на почвообразование, и может быть положен в обоснование экологических услуг мелиорации при комплексном обустройстве речных бассейнов.

Суммарные затраты энергии на почвообразование (Q_n) при одинаковых условиях увлажненности ($K_y = O_C / E_O$, где E_o – испаряемость, которая определяется по формуле Н. Н. Иванова [3]: $E_O = 0.0018(25+t)^2(100-a)$, здесь t – среднемесячная температура воздуха, ^{o}C; a – среднемесячная относительная влажность воздуха, %), находится в прямой зависимости от радиационного баланса деятельной поверхности Земли (R) [4]: $Q_n = R \cdot \exp[-(1/m \cdot K_y)]$, где m – эмпирический показатель «биологической активности» среды, численно равен 2.13.

Уравнение В. Р. Волобуева [4] для определения затрат энергии на повообразование (R) показывает, что они определяются радиационным балансом, величиной относительной увлажненности (K_y) и биологической активности растительного и почвенного покрова (m). Физический смысл безразмерной величины m , вероятно, можно установить на основе ее соотношения с фотосинтетической активностью биогеоценоза (КПД фотосинтеза) [5]. Уравнение В. Р. Волобуева найдено эмпирическим путем, однако интересно то обстоятельство, что оно очень близко по виду к физическому закону Бугера – Ламберта – Бэра, характеризующему поглощение световой энергии средой [6]: $J(l) = J_O \cdot \exp(-k_\lambda \cdot l)$, где $J(l)$ – интенсивность света, прошедшего через слой вещества толщиной l ; J_O – интенсивность света на входе в вещество; k_λ – показатель поглощения – $k_\lambda = 4 \cdot \pi \cdot k / \lambda$; k – безразмерный показатель поглощения ; λ – длина волны.

Интенсивность накопления биомассы конкретной культурой, даже при находящихся в оптимуме всех регулирующих факторов, зависит от количества фотосинтетической активной радиации (R), которая определяется затратами солнечной энергии в биогеоценозе на почвообразование (Q_n).Это позволяет рассчитывать услуги мелиорации сельскохозяйственных

земель при комплексном обустройстве водосборов речных бассейнов, то есть определить количественную величину экологических услуг мелиорации для повышения полезного эффекта, удовлетворяющего потребности общества и человека [1]:

$\Delta Q = Q_{гал} - Q_{л}$, где $Q_{л} = R \cdot \exp(-\alpha_{o} \cdot \overline{R}_{л})$ – затраты энергии на почвообразование в ландшафтах, кДж/см^2; $Q_{гал} = R \cdot \exp(-\alpha_{o} \cdot \overline{R}_{гал})$ – затраты энергии на почвообразование в агроландшафтах, кДж/см^2; $\overline{R}_{л}$ – гидротермический показатель естественных ландшафтов в водосборных бассейнах реки; $\overline{R}_{гал}$ – гидротермический показатель гидроагроландшафтов в водосборных бассейнах рек.

Для определения количественного значения экологических услуг мелиорации сельскохозяйственных земель можно использовать уравнение радиационного баланса, имеющего следующий вид [2]: $R = L \cdot E + P + B$, где P – турбулентный поток тепла, кДж/см^2; B – поток тепла между подстилающей поверхностью и нижележащими слоями (поток тепла в почву вниз от поверхности), кДж/см^2; E – испарение, мм; LE – затраты тепла на испарение, кДж/см^2.

На основе уравнения радиационного баланса М. И. Будыко предложил определить величину испаряемости по следующей формуле: $E = R / L$, так как турбулентный поток тепла (P) и поток тепла между подстилающей поверхностью и нижележащими слоями (B) в определенных условиях можно приравнивать к нулю [2].

Следовательно, на основе разницы потенциальных затрат солнечной энергии на почвообразовательный процесс гидроагроландшафтов и естественных ландшафтов можно определить количественную величину экологических услуг мелиорации, то есть средний многолетний дефицит экологической водопотребности по следующей формуле [5; 6]: $\Delta E_{э} = \Delta Q / L$, где $\Delta E_{э}$ – средний многолетний дефицит экологической водопотребности гидроагроландшафтов за счет оказания услуг мелиорации сельскохозяйственных земель, мм.

Дефицит экологической водопотребности гидроагроландшафтов расчетной вероятности (P_i) определяют по формуле: $\Delta E_{эi} = \Delta E_{срэ} + \Phi_{p\%} \cdot \sigma_{э}$, где $\sigma_{э}$ – среднеквадратическое отклонение значения дефицита экологической водопотребности гидроагроландшафтов ($\Delta E_{эi}$) от $\Delta E_{срэ}$; $\Phi_{p\%}$ – отклонение ординаты кривой вероятностей Пирсона III типа от середины для расчетной вероятности $\Delta E_{срэ}$ и коэффициента C_S ежегодных значений дефицита экологической водопотребности гидроагроландшафтов ($\Delta E_{эi}$).

В основу интегральных критериев по обеспечению агроэкологической устойчивости гидроарголандшафтов при услугах мелиорации сельскохозяйственных земель следуеть принять положение о том, что средневзвешенный дефицит водопотребности севооборота, или оросительная норма ($\Delta E_{срс}$), не должен превышать средневзвешенный дефицит экологической водопотребности гидроагроландшафтов ($\Delta E_{срэ}$), то есть $\Delta E_{срс} \le \Delta E_{срэ}$ или $\Delta E_{срс} / \Delta E_{срэ} = 1.0$, что обеспечивает оптимизацией структуры и состава сельскохозяйственных культур и технологии и техники орошения. При этом, чтобы обеспечить оптимальный режим почвообразовательного процесса гидроагроландшафтных систем, учитывая особенности каждой технологии полива для орошения сельскохозяйственных культур, требуется проектирование многоцелевой оросительной системы с высокой гибкостью, обеспечивающей принципы разнообразия природной среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мустафаев Ж. С. Экологические услуги при обустройстве речных бассейнов: цена земельных ресурсов [Текст] / Ж. С. Мустафаев, А. Т. Козыкеева, А. Д. Рябцев, К. Ж. Мустафаев, Н. А. Турсынбаев // Гидрометорология и экология. – 2015. – № 1. – С. 167–176.

2. Будыко М.И. Климат и жизнь [Текст]. – Л.: Гидрометеоиздат, 1971. – 470 с.

3. Иванов Н. Н. Зоны увлажнения земного шара [Текст] / Н. Н. Иванов // Изв. АН СССР. Серия география и геофизика. – 1941. – № 3. – С. 15–32.

4. Волобуев В. Р. Введение в энергетику почвообразования / В. Р. Волобуев. – М. : Наука, 1974. – 120 с.

5. Айдаров И. П. Оптимизация мелиоративных режимов орошаемых и осушаемых сельскохозяйственных земель [Текст] / И. П. Айдаров, А. И. Голованов, Ю. Н. Никольский – М. : ВО «Агропромиздат», 1990. – 64 с.

6. Турсынбаев Н. А. Методологическое обеспечение экологических услуг мелиорации при комплексном обустройстве речных бассейнов[Текст] / Н. А. Турсынбаев, Ж. С. Мустафаев, А. Т. Козыкеева // Известия НАН РК, серия аграрных наук. – 2017. – № 3. – С. 205–212.

7. Мустафаев Ж. С. Методологическое обоснование экологических услуг природной системы и антропогенной деятельности гидроагроландшафтных систем бассейна трансграничной реки Талас [Текст] / Ж. С. Мустафаев, А. Т. Козыкеева, Н. А. Турсынбаев // Гидрометорология и экология. – 2017. – № 3. – С. 167–176.

УДК 502

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ТЕПЛО- И ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ ВОДОСБОРОВ БАССЕЙНА РЕКИ ШУ

Мустафаев Жумахан Сулейменович, *доктор технических наук, профессор, Казахский национальный аграрный университет,* ***Республика Казахстан,*** *г. Алматы, z–mustafa@rambler.ru*

Козыкеева Алия Тобажановна, *доктор технических наук, профессор, Казахский национальный аграрный университет,* ***Республика Казахстан,*** *г. Алматы, aliya.kt@yandex.ru*

Даулетбай Салтанат Даулетбай кызы, *Таразский государственный университет имени М.Х. Дулати,* ***Республика Казахстан,*** *г. Тараз, dauletbai–sal@mail.ru*

Камалиев Арыстан Манысбекулы, *докторант PhD, Казахский национальный аграрный университет,* ***Республика Казахстан,*** *г. Алматы, kamaliev_1972@mail.ru*

На основе многолетних информационно-аналитических материалов метеорологических станций, расположенных в водосборах бассейна реки Шу, выполнен прогноз тепло- и влагообеспеченности почвенного и растительного покровов ландшафтов в пространственно-временном масштабе с учетом изменения климата для обеспечения социально-экономической и экологической устойчивостей региона.

Ключевые слова: климат, температура воздуха, атмосферные осадки**,** оценка, прогноз, коэффициент увлажнения, гидротермический показатель, тепло- и влагообеспеченность.

INFLUENCE CLIMATE CHANGE OF HEAT AND WATER AND WATER SECURITY OF THE SHU RIVER BASIN

Mustafayev Zh. S., Kozykeyeva A. T.,Dauletbay S. D. Kamaliev A. M.

Based on the long–term information and analytical materials of meteorological stations located in the catchment area of the Shu River basin, a forecast is made of the heat and moisture supply of the soil and vegetation cover of landscapes at the spatio–temporal scale taking into account climate change, to ensure the socio–economic and environmental sustainability of the region.

Keywords: climate, air temperature, precipitation, estimation, forecast, humidification coefficient, hydrothermal indicator, heat and moisture supply.

Введение. Интенсивное преобразование природной системы и природообустройства водосбора речных бассейнов, выполняющих средообразующую и экологическую функции, важные во всех сферах Земли привело к глобальному климатическому изменению температуры воздуха и количествоатмосферных осадков, определяющих уровень естественной теп-

ло- и влагообеспеченности почвенного и растительного покровов ландшафтов и являющихся источниками обеспечения биологических продуктов населения.

В связи с этим в качестве мероприятий, направленных на нивелирование отрицательного действия неблагоприятных климатических факторов с целью обеспечения благоприятных условий жизнедеятельности, выступает прогноз состояния тепло- и влагообеспеченности почвенного и растительного покровов ландшафтов в водосборах речных бассейнов, являющихся пространственным базисом для природопользования и природообустройства.

Цель исследования – на основе многолетних информационно-аналитических материалов РГП «Кыргызгидромет» Кыргызской Республики и РГП «Казгидромет» Республики Казахстан, характеризующих климатические условия водосборов бассейна реки Шу, изучить изменения климата и дать прогноз тепло- и влагообеспеченности почвенного и растительного покровов ландшафтов в пространственно-временном масштабе, для обеспечения социально-экономической и экологической устойчивости региона.

Объект исследований – бассейн реки Шу, расположенный на территории Казахстана и Кыргызстана.

Методика исследований. При оценке тепло- и влагообеспеченности почвенного и растительного покровов ландшафтов для практических целей используются показатели степени увлажнения или влагообеспеченности, в основу которых положены гидрометеорологические параметры.

В общем виде коэффициент увлажнения (K_y), позволяющий одновременно учитывать и оценить тепло- и влагообеспеченности ландшафтов, представляет собой отношение суммы осадков (O_c) к сумме испаряемости (E_o), которое определяется в основном среднемесячной температурой ($t,^o C$) и влажностью ($\alpha,\%$)воздуха, то есть [1]: $K_y = O_c / E_o$, где E_o – испаряемость, определяется по формуле Н. Н. Иванова [1]. В формуле учитываются месячные показатели относительной влажности ($\alpha,\%$) и температуры ($t,^o C$) воздуха: $E_o = 0.0018 \cdot (25+t)^2 (100-\alpha)$, где E_o – среднемесячная испаряемость в мм; t – средняя месячная температура воздуха в °С; α – средняя месячная относительная влажность воздуха в процентах.

В природной системе, как и любой физический процесс изменений и превращений процесс теплообмена в конкретной точке пространства за известный промежуток времени характеризуется балансом прихода и расхода энергии, то есть законом сохранения энергии [2], где для математического описания его используется комплексный гидротермический показатель ($\overline{R}i$) [2], представляющий собой отношение радиационного баланса (R_i) к затратам тепла на испарение выпавших осадков ($L \cdot O_{ci}$): $\overline{R}i = R_i / L \cdot O_{ci}$, где L – удельная теплота парообразования, принятая постоянной и равная 2,5 кДж/см^2.

Результаты исследований. Для оценки изменения тепло- и влагообеспеченности территории водосборов бассейна реки Шу использован катенарный подход, который предполагает геоморфологическую схематизацию ландшафтных катен водосборов речных бассейнов, характеризующих в зоне горного класса ландшафтов (элювиальная фация), предгорного подкласса ландшафтов (трансэлювиальная фация), предгорного равнинного подкласса ландшафтов (трансаккумулятивная фация) и равнинного класса ландшафтов (супераквиальная и субаквиальная фация) [3].

Для оценки климатических или энергетических ресурсов территории водосборов реки Шу использованы сумма биологически активных температур воздуха ($\sum t,^o C$), фотосинтетически активная радиация (R_i), испаряемость (E_{oi}), сумма атмосферных осадков (O_{ci}), и на их основе определены тепло- и влагообеспеченности почвенного и растительного покровов ландшафтных систем в пространственно-временном масштабе с учетом изменения климата (таблица 1).

Оценка сезонных изменений произведена относительно базового периода (1941–1960 гг.) по данным метеостанции Тео-Ашуу, расположенной в горной зоне водосборов бассейна реки Шу. Показано, что за рассматриваемый период с 1961 по 2017 гг. сумма активных биологических температур воздуха ($\sum t,^{o}C$), фотосинтетически активная радиация (R_i), испаряемость (E_{oi}) сокращаются – соответственно 113,5 °С, 3,7 кДж/см^2 и 14,8 мм, а сумма атмосферных осадков (O_{ci}) увеличивается – 113,0 мм, что приводит к увеличению коэффициента увлажнения (K_{yi}) от 1,823 до 2,248 и снижению гидротермического показателя ($\overline{R}_i$) от 0,548 до 0,445.

Таблица 1 – Изменение энергетических ресурсов на территориях водосборов бассейна реки Шу

Показатель	Энергетические ресурсы природной системы				Тепло- и влагообеспеченности	
	$\sum t,^{o}C$	R_i, кДж/см^2	E_{oi}, мм	O_{ci}, мм	K_y	$\overline{R}_i$
Горный класс ландшафтов (элювиальная фация) – метеостанция Тео–Ашуу						
Среднее за 1941–1960 гг. (база)	907,0	86,1	344,4	628,0	1,823	0,548
Среднее за 1961–1980 гг.	930,9	86,9	347,6	684,0	1,968	0,508
Разница средних	23,9	0,8	3,2	56,0	0,145	–0,040
Среднее за 1981–2000 гг.	953,7	87,7	350,8	644,0	1,836	0,545
Разница средних	46,7	1,6	6,4	16,0	0,013	–0,003
Среднее за 2001–2017 гг.	793,5	82,4	329,6	741,0	2,248	0,445
Разница средних	–113,5	–3,7	–14,8	113,0	0,425	–0,103
Предгорный подкласс ландшафтов (трансэлювиальная фация) – метеостанция Байтик						
Среднее за 1941–1960 гг. (база)	2673,4	144,6	802,0	525,0	0,655	1,102
Среднее за 1961–1980 гг.	2870,5	151,1	861,2	548,0	0,636	1,103
Разница средних	197,1	6,5	59,2	23,0	–0,019	0,001
Среднее за 1981–2000 гг.	2699,2	145,5	809,8	405,0	0,500	1,438
Разница средних	25,8	0,9	7,8	20,0	–0,155	0,336
Среднее за 2001–2017 гг.	2878,9	151,4	863,7	408,0	0,472	1,484
Разница средних	205,5	6,8	61,7	–117,0	–0,183	0,382
Предгорный равнинный подкласс ландшафтов (трансаккумулятивная фация) – метеостанция Бишкек						
Среднее за 1941–1960 гг. (база)	3809,5	182,2	1079,3	408,0	0,378	1,786
Среднее за 1961–1980 гг.	3812,4	182,3	1080,1	443,0	0,410	1,646
Разница средних	2,9	0,1	0,8	35,0	–0,032	–0,140
Среднее за 1981–2000 гг.	3937,1	186,4	1115,4	433,0	0,388	1,722
Разница средних	127,6	4,2	36,1	25,0	–0,010	–0,064
Среднее за 2001–2017 гг.	4132,9	192,9	1170,9	478,0	0,408	1,614
Разница средних	323,4	10,7	91,6	70,0	–0,030	–0,172
Равнинный подкласс ландшафтов (супераквиальная фация) – метеостанция Толе би						
Среднее за 1941–1960 гг. (база)	3868,3	184,2	1096,0	374,0	0,341	1,970
Среднее за 1961–1980 гг.	3982,0	187,9	1128,2	268,0	0,237	2,804
Разница средних	113,7	3,7	32,2	–106,0	–0,104	0,834
Среднее за 1981–2000 гг.	4024,1	189,3	1203,7	265,0	0,220	2,857
Разница средних	155,8	5,1	107,7	–109,0	–0,121	0,887
Среднее за 2001–2017 гг.	4133,0	192,9	1239,3	328,0	0,264	2,352
Разница средних	264,7	8,7	143,3	–46,0	–0,077	0,382
Равнинный подкласс ландшафтов (субаквиальная фация) – метеостанция Уланбель						
Среднее за 1941–1960 гг. (база)	3900,5	185,2	1169,8	158,0	0,135	4,689
Среднее за 1961–1980 гг.	3973,3	187,6	1191,7	195,0	0,163	3,846
Разница средних	72,8	2,4	21,9	37,0	0,028	–0,843
Среднее за 1981–2000 гг.	4159,3	193,8	1247,5	189,0	0,152	4,101
Разница средних	258,8	8,6	77,7	31,0	0,017	–0,588
Среднее за 2001–2017 гг.	4213,2	195,6	1263,6	162,0	0,128	4,830
Разница средних	312,7	10,4	93,8	4,0	–0,007	0,141

Оценка изменения тепло- и влагообеспеченности равнинной (супераквальной) зоны водосбора бассейна реки Шу представлена метеостанцией Толеби, расположенной на высоте 456 м, где за рассматриваемый период в сравнении с базовым периодом (1941–1960 гг.) сумма активных биологических температур воздуха ($\sum t, ^{o}C$) увеличилась от 3868,3 °С до 4133,0 °С, фотосинтетически активная радиация (R_i) повысилась от 184,2 до 192,9 кДж/см^2, а испаряемость (E_{oi}) увеличилась от 1096,0 мм до 1239,3 мм, количество атмосферных осадков (O_{ci}) уменьшилось от 374,0 до 328,0 мм, что привело к снижению коэффициента увлажнения (K_{yi}) от 0,341 до 0,264 и увеличению гидротермического показателя ($\overline{R}_i$) от 1,970 до 2,352.

При этом в предгорных (трансэлювиальной), предгорных равнинах (трансаккумулятивной), равнинных (супераквальной) и равнинных (субаквальной) зонах водосбора бассейна рек Шу показатели влагообеспеченности почвенного и растительного покровов естественных ландшафтов уменьшаются, а теплообеспеченности – увеличиваются, что приводит к усилению аридизации климата и увеличению нормы водопотребности сельскохозяйственных угодий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кирейчева Л. В. Комплексное обустройство реки Шу : монография [Текст] / Л. В. Кирейчева, А. Т. Козыкеева, С. Д. Даулетбай. – Saarbrucken, Deutschland, 2016. – 140 с.

2. Иванов Н. Н. Зоны увлажнения земного шара [Текст] / Н. Н. Иванов // Изв. АН СССР. Серия география и геофизика. – 1941. – № 3. – С. 15–32.

3. Будыко М. И. Климат и жизнь [Текст] / М. И. Будыко. – Л. : Гидрометеоиздат, 1971.– 470 с.

УДК 502

ОЦЕНКА ЕСТЕСТВЕННОЙ ТЕПЛО- И ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТИ ТЕРРИТОРИИ ВОДОСБОРОВ БАССЕЙНА РЕКИ ИЛИ

Мустафаев Жумахан Сулейменович, *доктор технических наук, профессор, Казахский национальный аграрный университет,* ***Республика Казахстан,*** *Алматы, z–mustafa@rambler.ru*

Козыкеева Алия Тобажановна, *доктор технических наук, профессор, Казахский национальный аграрный университет,* ***Республика Казахстан,*** *Алматы, aliya.kt@yandex.ru*

Рыскулбеков Лаура Молдахановна, *докторант PhD, Казахский национальный аграрный университет,* ***Республика Казахстан,*** *Алматы, ryskulbekova.laura@mail.ru*

Абдешев Куаныш Бакытжанович, *доктор PhD, Таразский государственный университет имени М.Х. Дулати,* ***Республика Казахстан,*** *Тараз, abdeshev.kuanysh@mail.ru*

На основе многолетних информационно-аналитических материалов стационарных наблюдений за сетью РГП «Казгидромет» (18 метеорологических станций, расположенных в водосборах бассейна реки Или) с использованием интегральных критериев, характеризующих биоклиматическую и экологическую продуктивность природной системы, дана оценка природно-климатическому потенциалу и энергетическим ресурсам, а также тепло- и влагообеспеченность естественных ландшафтов для выявления их региональных различий.

Ключевые слова: климат, ресурсы, экология, биология, потенциал, река, бассейн, ландшафт, водосбор.

EVALUATION OF NATURAL HEAT AND WATER SECURITY IN THE TERRITORY OF THE RESERVOIR OF THE ILE RIVER BASIN

Mustafayev Zh. S., Kozykeyeva A. T., Ryskulbekova L B., Abdeshov K. B

Based on the long–term information and analytical materials of stationary observations on the network of the RSE Kazhydromet, that is, 18 meteorological stations located in the catchment area of the Ili River basin, using the integral criteria characterizing the bioclimatic and environmental productivity of the natural system, the climatic potential and energy resources, as well as heat – and moisture availability of natural landscapes to identify their regional differences.

Keywords: climate, nature, resources, ecology, biology, potential, river, basin, environment, landscape, catchment, system.

Введение. Для решения проблемы взаимодействия общества и природы, а также задач, связанных с пониманием процессов функционирования природных комплексов речных бассейнов, необходимо иметь подробную характеристику ландшафтов в водосборах бассейна реки по важнейшим факторам, выраженным в виде некоторых математических моделей, позволяющих провести оценку их природно-ресурсного потенциала.

При этом оценка тепло- и влагообеспеченности водосборов речных бассейнов, характеризующих природно-ресурсный потенциал ландшафтов должна осуществляться на основе использования географических закономерностей и математических моделей экологической продуктивности природных ландшафтов, которые проявляются в масштабах территориальных единиц разного иерархического ранга, что дает возможность объяснения характера формирования и функционирования ландшафтных систем речных бассейнов и обусловливает актуальность предлагаемого исследования в области геоэкологии.

Цель исследования **–** на основе оценки климатического потенциала водосборов речных бассейнов с использованием интегральных биоклиматических и экологических критериев продуктивности природной системы определить тепло- и влагообеспеченность водосборов речных бассейнов для эффективного использования водных и земельных ресурсов и выявление их региональных различий.

Объект исследований **–** водосбор бассейна реки Или, который является основной водной артерией бассейна озера Балхаш. Водосбор бассейна реки Или берет начало на ледниках Музарт в Центральном Таниртау (Казахстан) истоком реки Текес и затем течет по территории Китайский Народной Республики (КНР), где сливается с реками Кунес и Каш, на 250-м км от слияния снова входит в пределы Республики Казахстан и на 1001-м км впадает в озере Балхаш.

Методика исследований. Для оценки природно-ресурсного потенциала ландшафтов водосборов речных бассейнов использованы методы системного анализа, сравнительно-географических, водно-балансовых, математических и статистических методов изучения природных процессов и методов климатологии и экологии, базирующихся на интегральных показателях эколого-энергетических и биоклиматических ресурсов природной системы, которые в настоящее время подразделяются на два основных типа [1]:

– климатические показатели, включающие сумму биологически активных температур ($\sum t, ^{o}C$), сумму осадков (O_c, мм), испаряемость (E_o, мм) и фотосинтетически активную радиацию (R, кДж/см^2);

– биоклиматические показатели, включающие коэффициент увлажнения ($K_y = O_c / E_o$) [2]; индекс сухости ($R = R / LO_c$, где L – удельная теплота парообразования, принятая постоянной и равная 2,5 кДж/см^2) [3]; гидротермический коэффициент ($ГТК = 10 \cdot O_c / \sum t$); [4], биоклиматическую продуктивность ($БКП = K_y (\sum t / 1000)$ [5].

Результаты исследований. Естественные тепло- и влагообеспеченность деятельной поверхности – важнейшие составляющие элементы комплекса природных производительных сил, то есть природных ландшафтов, активно участвующих в биосферных процессах вообще и в процессе формирования природно-техногенных комплексов, в особенности водосборов речных бассейнов.

На основе многолетних информационно-аналитических материалов метеорологических станций в водосборах бассейна реки Или определены их среднемноголетние энергетические ресурсы и природно-климатические потенциалы (таблица 1).

Распределение атмосферных осадков (O_c, мм) и сумма биологически активных температур воздуха ($\sum t$, ^{o}C) на территориях водосборов бассейна реки Или в целом подчиняются законам географической зональности и меняются в зависимости от высоты местности над уровнем моря, то есть атмосферные осадки от 144 мм до 494 мм и сумма биологически активных температур воздуха от 2250 до 4100°C. При этом атмосферные осадки (O_c, мм) в сторону от горных и предгорных районов в равнинных частях водосбора бассейна реки Или уменьшаются, а сумма биологически активных температур воздуха ($\sum t$, ^{o}C) увеличивается.

Аналогичная закономерность прослеживается с распределением годовых сумм суммарной радиации (R, кДж/см^2) и испаряемости (E_o, мм), которые от горных и

предгорных районов в равнинной части водосборов бассейна реки Или увеличиваются от 159,0 до 182,0 кДж/см^2 и от 764 до 1748 мм, а количество атмосферных осадков (O_c) уменьшается от 490,0 до 144,0 мм.

Таблица 1 – Природно-энергетические ресурсы водосборов бассейна реки Или

Метеостанции	Абсолютная высота (H), м	Природно-климатические показатели			
		O_c, мм	$\sum t$, °С	E_o, мм	R, кДж/см^2
Текес	1356,0	259,0	3100,0	954,0	159,0
Ямату	1205,0	252,0	3130,0	1269,0	162,0
Кульджа	663,0	248,0	3800,0	1284,0	182,0
Добын	596,0	226,0	4100,0	1748,0	192,0
Чунджа	745,0	292,0	3850,0	1619,0	184,0
Жаркент	641,0	213,0	3950,0	1616,0	187,0
Кеген	1845,0	421,0	2250,0	764,0	131,0
Есик	1098,0	453,0	3100,0	1112,0	159,0
Сарыозек	548,0	368,0	2500,0	1301,0	139,0
Чилек	606,0	298,0	3600,0	1442,0	175,0
Талгар	1015,0	490,0	3200,0	784,0	162,0
Жетыген	513,0	410,0	3750,0	1136,0	180,0
Капчагай	540,0	370,0	3750,0	1528,0	180,0
Каскелен	1137,0	494,0	3400,0	1017,0	169,0
Узынагаш	829,0	426,0	3450,0	1013,0	170,0
Баканас	396,0	273,0	3700,0	1527,0	179,0
Кокжиде	387,0	224,0	3700,0	1474,0	179,0
Кунган	345,0	144,0	3800,0	1472,0	182,0

На основе интегральных показателей, характеризующих энергетические ресурсы и природно-климатические потенциалы водосборов бассейна реки Или определены их естественные тепло- и влагообеспеченность (таблица 2).

Таблица 2 – Показатели тепло- и влагообеспеченности природных ландшафтов водосборов бассейна реки Или

Метеостанции	Абсолютная высота (H), м	Показатели тепло- и влагообеспеченности			
		K_y	*ГТК*	*БПК*	$\overline{R}$
Текес	1356,0	0,27	0,835	0,837	2,455
Ямату	1205,0	0,20	0,805	0,626	2,571
Кульджа	663,0	0,19	0,652	0,722	2,935
Добын	596,0	0,13	0,551	0,530	3,398
Чунджа	745,0	0,18	0,758	0,690	2,520
Жаркент	641,0	0,13	0,539	0,510	3,511
Кеген	1845,0	0,55	1,871	1,240	1,244
Есик	1098,0	0,40	1,461	1,240	1,404
Сарыозек	548,0	0,28	1,472	0,700	1,510
Чилек	606,0	0,20	0,828	0,720	2,345
Талгар	1015,0	0,62	1,531	1,980	1,322
Жетыген	513,0	0,36	1,093	1,350	1,756
Капчагай	540,0	0,24	0,987	0,900	1,946
Каскелен	1137,0	0,46	1,453	1,560	1,368
Узынагаш	829,0	0,42	1,235	1,450	1,596
Баканас	396,0	0,18	0,737	0,670	2,622
Кокжиде	387,0	0,15	0,605	0,560	3,200
Кунган	345,0	0,10	0,379	0,38	5,056

Оценка тепло- и влагообеспеченности ландшафтных систем водосборов бассейна реки Или показала, что коэффициент естественного увлажнения (K_y) уменьшается от горных и предгорных зон в сторону равниной зоны, то есть от 0,10 до 0,46, что характеризует относительно низкую естественную влагообеспеченность территории, а гидротермический коэффициент (*ГТК*) изменяется от 0,379 до 1,871, а показатель биоклиматической продуктивности

($БПК$) – от 0,380 до 1,980, что характеризует достаточно высокую степень теплообеспеченности, способствующей формированию многообразного растительного сообщества, обеспечивающего естественную устойчивость природной системы региона.

Показатель «индекс сухости» ($\overline{R}$), характеризующего баланс энергии и вещества, на территориях водосборов бассейна реки Или колеблется от 1,244 до 3,511, что свидетельствует об отсутствии сбалансированности теплового и водного режимов в природной системе региона. Поэтому для повышения средообразующей функции природной системы водосборов бассейна реки Или, то есть природно-климатического потенциала их ландшафтной системы, наряду с инновационным путем развития, необходима адаптация производственного процесса на основе всестороннего учета климатических и гидрологических ресурсов на всех уровнях принятия технологического решения по комплексному обустройству территорий речных бассейнов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мустафаев Ж. С. Экологическое обоснование мелиорации сельскохозяйственных земель [Текст] / Ж. С. Мустафаев .– LFMBERT Academic Publishing, 2016. – 378 с.

2. Иванов Н. Н. Зоны увлажнения земного шара [Текст] / Н. Н. Иванов // Изв. АН СССР. Серия география и геофизика. – 1941. – № 3. – С. 15–32.

3. Будыко М. И. Тепловой баланс земной поверхности [Текст] / М. И. Будыко. – Л. : Гидрометиздат, 1956. – 255 с.

4. Шашко Д. И. Учитывать биоклиматический потенциал [Текст] / Д. И. Шашко // Земледелие. – 1985. – № 4. – С. 19–26.

УДК 631.6

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ГИДРОАГРОЛАНДШАФТНЫХ СИСТЕМ В НИЗОВЬЯХ РЕКИ СЫРДАРЬИ

Мустафаев Жумахан Сулейменович, *доктор технических наук, профессор, Казахский национальный аграрный университет,* ***Республика Казахстан,*** *Алматы, z–mustafa@rambler.ru*

Сагаев Абжаппар Абильтаевич, *кандидат технических наук, Кызылординский государственный университет имени Коркыт-Ата,* ***Республика Казахстан,*** *Кызылорда*

Алимбаев Ержан Нурланович, *Кызылординский государственный университет имени Коркыт-Ата,* ***Республика Казахстан,*** *Кызылорда, hagrid25@mail.ru*

Жусупова Лиза Куанышовна, *Кызылординский государственный университет имени Коркыт-Ата,* ***Республика Казахстан,*** *Кызылорда, liza_zk@mail.ru*

На основе многолетних информационно-аналитических материалов РГП «Казгидромет» и Арало-Сыдарьинской бассейновой инспекции по регулированию использования и охране водных ресурсов Комитета во водным ресурсам Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан, охватывающих 2005–2018 годы, характеризующих энергетические ресурсы природной систмы и удельные оросительные нормы сельскохозяйственных угодий Кызылординской области в административных районах выполнена оценка эффективности использования водных ресурсов в сельскохозяйственном производстве в водосборах низовья реки Сырдарьи.

Ключевые слова: река, бассейн, орошение, норма, ресурсы, вода, водоподача, оценка, эффективность.

RESULTS STUDY OF WATER USE OF HYDRO AGROLANDSCAPE SYSTEMS IN THE LOWER OF THE SYRDARYA RIVER

Mustafayev Zh. S., Sagaev A. A., Alimbaev E. N., Zhusupova L. K.

Based on the long–term information and analytical materials of the RSE «Kazhydromet» and the Aral–Sydarya Basin Inspectorate for Regulation of the Use and Protection of Water Resources of the Committee for Water Resources of the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan, covering 2005–2018, characterizing the energy resources of the natural system and specific irrigation norms of agricultural land of Kyzylorda oblast in the context of administrative regions, an assessment of the effectiveness of the use of agricultural water resources production–agricultural catchments in the lower reaches of the Syr Darya River.

Keywords: river, basin, irrigation, norm, resources, water, water supply, resources, nature, system, assessment, efficiency.

Введение. Гидроагроландшафтные системы в водосборах низовья реки Сырдарьи направлены на повышение естественной влагообеспеченности лимитирующих рост и развитие сельскохозяйственных культур и проводят специальные мелиоративные мероприятия, обеспечивающих повышение их биологической продуктивности. Однако, как показывает вековой опыт мелиорации сельскохозяйственных земель, в водосборах низовья реки Сырдарьи, направленных на формирования высокопродуктивных гидроагроландшафтных систем, его экологическая эффективность постепенно снижается [1, 2].

Таким образом, оценка водопотребности гидроагроландшафтных систем в водосборах низовьях реки Сырдарьи является одной из актуальных проблем использования природных ресурсов в отраслях экономики региона, и в перспективе водные ресурсы следует рассматривать как первый шаг в эффективном использовании сельскохозяйственной системы.

Цель исследований – оценка эффективности использования водных ресурсов для мелиорации сельскохозяйственных земель в условиях Кызылординской области и административных районах с учетом энергетических ресурсов природной системы, экологических требований к почвенному покрову орошаемых земель.

Материалы исследовний. Для оценки эффективности использования водных ресурсов для мелиорации сельскохозяйственных земель в условиях Кызылординской области использованы многолетние информационно-аналитические метериалы Арал–Сырдарьинской бассейновой инспеции по регулированию использования и охране водных ресурсов Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан (таблица 1).

Таблица 1 – Удельные оросительные нормы сельскохозяйственных земель Кызылординской области по административным районам

Районы	Годы						
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Аралский	24065	22224	10854	34278	7349	14087	12371
Жалагашский	25753	26366	25122	25261	27505	23896	23916
Казалинский	18561	22510	22717	20746	22548	13740	20172
Кармакшинский	22162	21970	23886	25927	25090	26139	24282
Сырдарьинский	32967	24854	25763	21692	22563	22610	23321
Шиелийский	13788	13522	20246	14292	15297	17857	17673
Жанакорганский	14784	15128	15855	14004	20052	25055	17818
Кызылординская область	21272	22255	22757	20376	22461	23382	22014
Районы	Годы						
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Аралский	15087	14170	15167	3170	2854	6078	2680
Жалагашский	24947	28860	33318	31544	26310	28386	27974
Казалинский	22238	22369	22641	22877	19245	19413	18825
Кармакшинский	24466	25138	27332	25021	22095	14995	23115
Сырдарьинский	27492	31491	23537	30533	16049	18628	19345
Шиелийский	14756	15467	17043	17959	20746	23527	22683
Жанакорганский	13474	22595	17205	15184	30720	33144	35803
Кызылординская область	22167	24811	25613	23545	20615	21977	22289

Как видно из многолетних информационно–аналитических материалов таблицы 1, фактические оросительные нормы сельскохозяйственных угодий Кызылординской области по районам показывают, что в Аралском районе, где не выращиваются рисовые культуры нормы орошения за рассматриваемые 1998–2018 гг. колеблются от 3170 до 34278,0 м^3/га. В Жанакорганском и Шиелийском районах, расположенных на юго–востоке области колеблются от 12718,0 до 25055 м^3/га, а в Жалагашском, Казалинском, Кармакшинском и Сырдарьинском районах, расположенных на юго-западе области, – от 13938,0 до 32967,0 м^3/га.

Результаты исследования. Для оценки соответствия удельной нормы водоподачи на орошаемые сельскохозяйственные угодья за рассматриваемый период с 1998 по 2018 гг. энергетическим ресурсам природной системы ($K_{эр}$). Используется следующее выражение: $K_{эр} = O_{pi} / (E_{oi} - O_{ci}) = O_{pi} / \Delta E_{oi}$, где E_{oi} – испаряемость, которая характеризует

энергетические ресурсы природной системы, м^3/га; ΔE_{oi} – дефицит испаряемости дневной поверхности, то есть оросительные нормы растительного и почвенного покровов сельскохозяйственных угодий, мм; O_{ci} – атмосферные осадки, мм.

Если $K_{эр} > 1.0$, тогда эффективность использования водных ресурсов на орошаемых землях низкая, а при $K_{эр} < 1.0$ низкий уровень водообеспеченности орошаемых земель, при $K_{эр} = 1.0$ норма водоподачи на орошаемых землях соответствует климатическим и энергетическим требованиям при проектировании гидроагроландшафтных систем.

На основе показателей климатической характеристики ландшафтных систем административных районов Кызылординской области определены их средние значения, то есть дефицит испаряемости растительного и почвенного покровов ландшафтных систем (ΔE_{oi}) составляет 12468,9 м^3/га; эти показатели использованы для определения соответствия энергетическим ресурсам природной системы ($K_{эт}$) во временном и пространственном масштабе (таблица 2).

Таблица 2 – Оценка рационального и эффективного использования водных ресурсов на орошаемых землях Кызылординский области в разрезе административных районов

Районы	Пока–затели	Годы						
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Аралский	O_{pi}	24065	22224	10854	34278	7349	14087	12371
	$K_{эр}$	1,930	1,782	0,870	2,749	0,589	1,130	0,992
Жалагашский	O_{pi}	25753	26366	25122	25261	27505	23896	23916
	$K_{эр}$	2,065	2,115	2,015	2,025	2,206	1,916	1,918
Казалинский	O_{pi}	18561	22510	22717	20746	22548	13740	20172
	$K_{эр}$	1,489	1,805	1,822	1,664	1,808	1,102	1,618
Кармакшинский	O_{pi}	22162	21970	23886	25927	25090	26139	24282
	$K_{эр}$	1,777	1,762	1,916	2,079	2,012	2,096	1,947
Сырдарьинский	O_{pi}	32967	24854	25763	21692	22563	22610	23321
	$K_{эр}$	2,643	1,993	2,066	1,740	1,809	1,813	1,870
Шиелийский	O_{pi}	13788	13522	20246	14292	15297	17857	17673
	$K_{эр}$	1,106	1,084	1,624	1,146	1,227	1,432	1,417
Жанакорганский	O_{pi}	14784	15128	15855	14004	20052	25055	17818
	$K_{эр}$	1,186	1,213	1,272	1,123	1,608	2,009	1,490
Кызылординская область	O_{pi}	21272	22255	22757	20376	22461	23382	22014
	$K_{эр}$	1,706	1,785	1,825	1,634	1,801	1,875	1,766
Аралский	O_{pi}	15087	14170	15167	3170	2854	6078	2680
	$K_{эр}$	1,210	1,136	1,216	0,254	0,228	0,487	0,215
Жалагашский	O_{pi}	24947	28860	33318	31544	26310	28386	27974
	$K_{эр}$	2,001	2,315	2,672	2,530	2,110	2,276	2,244
Казалинский	O_{pi}	22238	22369	22641	22877	19245	19413	18825
	$K_{эр}$	1,783	1,794	1,816	1,835	1,543	1,557	1,510
Кармакшинский	O_{pi}	24466	25138	27332	25021	22095	14995	23115
	$K_{эр}$	1,962	2,016	2,192	2,007	1,772	1,203	1,854
Сырдарьинский	O_{pi}	27492	31491	23537	30533	16049	18628	19345

	$K_{эр}$	2,204	2,525	1,888	2,449	1,287	1,494	1,551
Шиелийский	O_{pi}	14756	15467	17043	17959	20746	23527	22683
	$K_{эр}$	1,183	1,240	1,367	1,440	1,664	1,887	1,819
Жанакорганский	O_{pi}	13474	22595	17205	15184	30720	33144	35803
	$K_{эр}$	1,081	1,812	1,380	1,218	2,463	2,658	2,871
Кызылординская область	O_{pi}	22167	24811	25613	23545	20615	21977	22289
	$K_{эр}$	1,778	1,990	2,054	1,888	1,653	1,763	1,788

Таким образом, фактическая оросительная норма, используемая на орошаемых землях в Кызылординской области за рассматриваемый период с 1998 по 2018 годы, с точки зрения климато-энергетической эффективности, очень низкая и показатели геоэкологических ограничений не соотвествуют требованиям, предъявляемых гидроагроландшафтным системам, что требует полностью пересмотреть технологию и технологические схемы орошения сельскохозяйственных культур в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мустафаев Ж. С. Формирование агроландшафтных систем в низовьях реки Сырдарьи (Кызылординской области) в современных условиях антропогенной деятельности [Текст] / Ж. С. Мустафаев, А. Т. Козыкеева, Л. К. Жусупова, М. М. Мурат // Научное обеспечение как фактор устойчивого развития водного хозяйства : Доклады II Междунар. науч.-практ. конф. – Тараз, 2016. – С. 198–203.

2. Мустафаев Ж. С. Формирование и функционирование агроландшафтных систем в низовьях реки Сырдарьи (Кызылординской области) в современных условиях антропогеннолй деятельности [Текст] / Ж. С. Мустафаев, А. Т. Козыкеева, Л. К. Жусупова, М. М. Мурат // Исследования, результаты. – Алматы, 2016. – № 03(071). – С. 174–182.

УДК 87.26.25

ХАРАКТЕРИСТИКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОЕМА-НАКОПИТЕЛЯ СТОЧНЫХ ВОД ТОО «CASPI BITUM»

Кенжетаев Гусман Жардемович, *доктор технических наук, профессор, Университет Есенова,* ***Казахстан****, г. Актау*

Тайжанова Ляйлим Сабитаевна, *PhD докторант, Университет Есенова,* ***Казахстан****, г. Актау, taizhanova@mail.ru*

В статье изучена динамика и уровень загрязнения водоема-накопителя (пруда-испарителя) сточных вод битумного завода. Изложены результаты исследования химического состава сточных вод (СВ). Для интенсификации процесса испарения сточных вод и изоляции вредных веществ от контактов с биосферой разработана и предлагается гелиотехническая система.

Ключевые слова: нефть, битум, нефтепродукты, сточные воды, жаркий климат, пруд-испаритель, биохимический показатель.

CHARACTERISTICS OF THE CURRENT STATE OF THE WASTE WATER STORAGE RESERVOIR OF "CASPI BITUM" LLP»

Kenzhetaev G. Zh., Taizhanova L. S.

The article studies the dynamics and level of pollution of the storage reservoir (evaporator pond) of the bitumen plant waste water. The results of the study of the chemical composition of waste water (SW) are presented. To intensify the process of evaporation of water and exclusion of harmful substances from contact with the biosphere is developed and proposed thermal solar systems system.

Keywords. Oil, bitumen, petroleum products, waste water, hot climate, evaporation pond, biochemical index.

Введение. Основным токсичным и опасным загрязняющим веществом (ЗВ) сточных вод предприятий переработки нефти, в частности завода по производству дорожных битумов, являются нефтепродукты. Состав этих сточных вод (СВ) разнообразен и определяется качеством нефти и технологией ее переработки, а также степенью их очистки [1].

В процессе производства дорожных битумов происходит сильное загрязнение воды при обезвоживании и обессоливании нефти на электрообессоливающих установках (ЭЛОУ). Образуемая при этом вода характеризуется не только повышенной минерализацией, но и высоким содержанием БПК и ХПК. Высокие значения показателя ХПК обуславливают наличие в воде трудноокисляемых органических соединений [2].

Это обуславливает высокую степень загрязненности сточных вод в целом. С поверхности площадного испарителя нефтезагрязненных вод могут испаряться пары углеводородов нефти, а также и другие летучие химические соединения, которые, загрязняют атмосферный воздух и почву населенных мест. В этой связи необходима разработка технических средств для ускорения процесса испарения в пределах замкнутого объема с использованием энергии Солнца в условиях сухого и жаркого климата. Разработанная гелиосистема позволяет предотвратить испарение вредных веществ с поверхности пруда и интенсифицировать процесс испарения сточных вод в замкнутом объеме.

Оценка степени загрязнения пруда-испарителя СВ загрязняющими веществами для решения указанных проблем своевременна и актуальна.

Цель работы. Анализ состояния пруда-испарителя и выработка предложений для интенсификации испарения и предотвращения выбросов паров химических соединений и вредных газов, испаряющихся с водяными парами сточных вод.

Материал и методы исследования. Представленный материал получен во время полевых исследований состояния водоема-накопителя в период 2018–2019 гг. В качестве объекта исследования был выбран пруд-испаритель сточных вод завода ТОО СП «Caspi Bitum». По результатам полевых исследований нами было выбрано 3 точки для отбора проб сточных вод из пруда, в своей совокупности отражающие исследуемые нами характеристики для пруда-испарителя (рисунок 1).

Рисунок 1 – Карта-схема завода и пруда-испарителя с точками отбора проб сточной воды (выполнена в среде программы Google Earth)

Результаты исследований, обсуждение и предложения. Основной принцип оценки уровня влияния пруда-испарителя на окружающую среду состоит в сопоставлении величины гидрохимических показателей воды с нормативными значениями (ПДК). Результаты гидрохимического анализа воды приведены в таблице 1 (жирным шрифтом выделены концентрации, превышающие ПДК).

Водородный показатель (pH). Вода в пруде-испарителе ТОО СП «Caspi Bitum» имеет щелочную реакцию. Максимальные величины pH в пределах 9,21 (лето 2019 г.) и 8,93 (лето 2019 г), за период исследований зафиксированы в районе сброса сточных вод (точка 1) и в

северо-западной части пруда-испарителя (точка 3) соответственно. Минимальное значение pH в пределах 7,33 (осень 2018 г) отмечено в точке 3, в районе песчаного массива [3].

Сухой остаток в основном определяется содержанием в воде хлоридов и сульфатов. По результатам анализов, в точке 2 (лето 2019 г.) и точке 3 (лето 2019 г.) имеются превышения ПДК общего солесодержания (сухой остаток). Так, в точке 2, сухой остаток составил 1617 мг/дм^3 (1,62 ПДК) и в точке 3 – 1559 мг/дм^3 (1,56 ПДК). Минимальные значения величины сухого остатка, в пределах 1327 мг/дм^3 (1,33 ПДК), зарегистрированы в точке 1 (водовыпуск) осенью 2018 г.

Таблица 1 – Содержание ЗВ в отстойнике СВ КОС, мг/дм^3

Показатель	ПДК *	№ точки отбора проб воды из пруда-испарителя					
		№ 1		№ 2		№ 3	
		Осень 2018	Лето 2019	Осень 2018	Лето 2019	Осень 2018	Лето 2019
pH	6,5-8,5	8,13±0,04	9,21±0,05	7,33±0,05	8,11±0,03	8,69±0,04	8,93±0,05
Сухой остаток, мг/дм^3	1000	1327±0,04	1419±0,03	1583±0,03	1617±0,03	1482±0,03	1559±0,03
Взвешенные вещества, мг/дм^3	10,75	26,3±0,07	19,5±0,03	17,5±0,05	17,3±0,07	18,6±0,04	18,7±0,07
ХПК, мгO_2/дм^3	30	302,3±0,06	379,1±0,03	274,1±0,05	311,0±0,04	288,3±0,05	292,0±0,05
БПК$_5$, мгO_2/дм^3	3,0	96,3±0,04	38,5±0,03	83,0±0,06	35,5±0,05	91,4±0,03	33,7±0,05
АПАВ, мг/дм^3	0,2	0,33±0,05	0,47±0,04	0,41±0,06	0,44±0,03	0,45±0,05	0,48±0,05
Нефтепродукты	0,1	0,12±0,04	0,17±0,06	0,09±0,04	0,11±0,05	0,07±0,04	0,09±0,03

Взвешенные вещества проб сточных вод. Наибольшее содержание взвешенных веществ осенью 2018 г, зафиксировано в точке 1 (водовыпуск), с превышением ПДК в 2,44 раза (26,3 мг/дм^3). Летом 2019 г., в этой же точке 1 показатель взвеси уменьшился до 19,5 мг/дм^3 и составил 1,81 ПДК. В наиболее удаленных от места сброса сточных вод точках 2 и 3 содержание взвешенных веществ, оказалось ниже, но также превышало допустимые нормы.

ХПК. По результатам анализов, в точке 1 (водовыпуск) осенью 2018 г. показатель ХПК составил 302,3 мгO_2/дм^3 (10,1 ПДК), при этом ХПК летом 2019 г. увеличилось до величины 379,1 мгO_2/дм^3 (12,6 ПДК). Для точки 2 показатель ХПК осенью: 2018 г. составил 274,1 мгO_2/дм^3 (9,1 ПДК), а летом 2019 г. – 311,0 мгO_2/дм^3 (10,4 ПДК). В точке 3 превышение ПДК по ХПК составило 9,6 ПДК при ХПК 288,3 мгO_2/дм^3 (осень 2018 г.) и (9,7 ПДК) при величине ХПК 292,0 мгO_2/дм^3 (лето 2019 г). Высокие значения ХПК обуславливаются наличием в воде пруда-испарителя трудно окисляемых органических соединений [4].

БПК$_5$. Необходимо отметить, что при определении показателя БПК$_5$ в течение 5 суток (в 1 л СВ) из пруда при средней температуре воздуха 23 °С, зафиксировано окисление 67 % легкоокисляющихся органических веществ. Осенью наблюдается резкое увеличение БПК$_5$. Летом же, наоборотпоказатель БПК$_5$, очень резко снижается, при этом снижение его обычно происходит в анаэробных условиях при дефиците кислорода.

АПАВ. Наибольшая концентрация АПАВ в воде пруда-испарителя выявлена в точке 3 (песчаный массив) летом 2019 г. с превышением (2,4 ПДК) при величине 0,48 мг/дм^3. Показатель осени прошлого года в этой точке был ниже на 0,13 мг/дм^3. Осенью 2018 г. в точке 1 концентрация анионактивных ПАВ составила 1,65 ПДК при величине 0,33 мг/дм^3. В этой же точке, летом 2019 г., концентрация АПАВ превысила ПДК в 2,35 раза при показателе 0,47 мг/дм^3.

Нефтепродукты (НП). В точке 1, сброса сточных вод битумного завода осенью 2018 содержание НП зафиксировано в пределах чуть более 1,2 ПДК (0,12 мг/дм^3). При этом показатель увеличился до 1,7 ПДК (0,17 мг/дм^3). В точке 2 осенью 2018 г., содержание НП было ниже ПДК, но летом 2019 г., отмечено незначительное увеличение (1,1 ПДК). В районе песчаного массива содержание их более низкое. НП, по величине вредного влияния находятся на 2-м месте после радиоактивного загрязнения и представляюет опасность для окружающей среды [4, 6].

С целью предотвращения испарения вредных веществ с поверхности водного зеркала пруда-испарителя разработана и предлагается гелиотехническая система. Светопрозрачные

пленочные покрытия, устроенные в наиболее глубокой части пруда-испарителя, позволят ускорить процесс испарения сточных вод и предотвратить выбросы паров углеводородов и серосодержащих соединений (рисунок 2) [3].

Рисунок 2 – Общий вид разработанной гелиосистемы из светопрозрачных покрытий для интенсификации испарения сточных вод и улавливания вредных веществ

Заключение. Экологическая оценка состояния пруда-испарителя сточных вод завода ТОО СП «Caspi Bitum» позволила выявить уровень его загрязненности.

Установлено, что по содержанию в воде пруда растворенного кислорода уровень загрязненности – V, а сточные воды грязные. По нормативу ХПК – вода очень грязная, что соответствует VI уровню загрязненности. По показателю $БПК_5$ загрязнения органическими соединениями вода в пруде-испарителе также очень грязная. Соотношение между значениями ХПК и БПК является одним из основополагающих характеристик стоков, по которым ведется разработка наиболее безопасных экологически схем, технологий и разработок очистки сточных вод, сброс которых в водоемы запрещен, а повторное использование невозможно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кодекс РК «О здоровье народа и системе здравоохранения» № 495 от 05.10.2009 г.
2. СанПиН «Санитарно-эпидемиологические требования к водоисточникам, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов» (утверждены постановлением Правительства РК от 18 января 2012 года № 104)
3. Патент РК № 15812. Способ предотвращения испарения водных поверхностей. МПК: B65D 90/28. Авторы : Ахмеджанов Т. К., Кенежетаев Г. Ж и др.
4. Другов Ю. С. Анализ загрязненной воды : практическое руководство / Ю. С. Другов, А. А. Родин. – М. : Изд-во «лаборатория знаний», 2015. – 168 с.
5. Муравьев А. Г. Руководство по определению показателей качества воды полевыми методами / А. Г. Муравьев. 3-е изд. – СПб.: «Крисмас+», 2004. – 248 с
6. Lee J., Lee S., Rhew D. Relationships between water quality parameters in rivers and lakes: BOD_5, COD, NBOPs, TOC // Environmental Monitoring, and Assessment. – 2016. – 188. – С. 252.

УДК 66.974.434:62–4:669.66–4

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ФАЗЫ КРУПНОДИСПЕРСНЫХ АБРАЗИВНЫХ ЧАСТИЦ В СОСТАВЕ АКТИВНОГО ИЛА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ МОЛОЧНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Литвинова Анастасия Геннадьевна, *кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории гидроэкологии и экотехнологий, Государственное научное учреждение «Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси»,* ***Беларусь****, г. Брест, lag20192@mail.ru*

Лицкевич Анатолий Николаевич, *заведующий лабораторией гидроэкологии и экотехнологий, Государственное научное учреждение «Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси»,* ***Беларусь****, г. Брест, litskevichanatoli@gmail.com*

Показатели концентрации взвешенных веществ и сухого остатка в исследованных образцах активного ила очистных сооружений имели высокие значения, превышающие установленные нормативы. В образцах активного ила выявлено наличие твердофазных минеральных частиц диаметром 1,8–8,9 мкм. Их содержание составляло порядка 0,3 г в 1 кг активного ила.

Ключевые слова: активный ил, зольность, минерализация, взвешенные вещества, твердофазные частицы.

RESULTS OF ABRASIVE FINE PARTICULATE MATTER INVESTIGATION IN ACTIVATED SLUDGE OF MILK-PRODUCING FACTORY' SEWAGE TREATMENT PLANT

Litvinava A. G., Litskevich A. N.

The concentration of suspended substances and mineralization in the investigated samples of treatment facilities' activated sludge had high values, exceeding the established standards. The presence of solid-phase mineral particles of 1,8-8,9 micron diameter was determined in samples of activated sludge. Their content was about 0,3 g in 1 kg of activated sludge.

Keywords: sewage sludge, ash-content, mineralization, suspended substances, solid phase particles.

Был исследован активный ил очистных сооружений Несвижского молокоперерабатывающего завода на содержание абразивных частиц. Это обусловлено тем, что предприятие периодически испытывает проблемы с системой трубопровода канализации.

Определены некоторые физико-химические показатели качества активного ила, установлено наличие в его осадке крупнодисперсных частиц твердой фазы; произведены микрофотосъемка, определение размерных характеристик и их типа, а также сделан перерасчет содержания абразивных частиц на единицу массы активного ила.

Исследования двух образцов активного ила были проведены в ноябре 2019 г. лабораторией Гидроэкологии и экотехнологий Полесского аграрно-экологического Института. Полученные результаты физико-химического анализа образцов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Зольность, минерализация и взвешенные вещества в образцах активного ила

Показатель	Размерность	Номер исследуемого образца	
		1	**2**
Взвешенные вещества	мг/дм^3	20684	23902,5
Сухой остаток (минерализация)	мг/дм^3	1541	1571
Зольность	%	24,2599	23,8217

Взвешенные вещества, как правило, характеризуют загрязненность воды частицами глины, песка, ила, суспендированных органических и неорганических веществ, различными силикатными породами и др. В обоих исследованных образцах активного ила очистных сооружений показатель их содержания имел очень высокие значения, превышающие 20 тыс. мг/дм^3. Для примера, ПДК по взвешенным веществам для поверхностных водных объектов составляет 25 мг/дм^3 [1], для сточных вод отрасли производства молочных продуктов указывается ПДК по взвешенным веществам, равное 30 мг/дм^3 [2].

Сухой остаток указывает на количество в воде минеральных и органических примесей, находящихся как во взвешенном, так и растворенном состоянии. Температура кипения примесей более 105–110 °С. Величина сухого остатка в обоих исследованных образцах активного ила превысила отметку 1500 мг/дм^3. Для сравнения, сухой остаток в воде источника хозяйственно-питьевого назначения и в питательной воде не должен превышать 1000 мг/дм^3. Это говорит о несколько повышенной в целом минерализации исследованных образцов активного ила. Согласно градации сточных вод по этому показателю, анализируемые образцы можно отнести ко второй категории из четырех имеющихся. Полученный после прокаливания в муфельной печи сухой остаток представлял собой хлопьевидный белесый налет на стенках чашки, нерастворимый в воде.

Полученная величина зольности, равная приблизительно 24 %, соответствует показателю зольности первичных сырых типов осадков, для которых указывается величина зольности 15–35 %. При микроскопировании осадков взвешенных веществ и сухого остатка нами не были обнаружены никакие посторонние включения.

Дальнейшим исследованиям была подвергнута зола, оставшаяся после сжигания активного ила. Навеску влажного активного ила выдерживали на водяной бане для удаления излишков влаги, а затем высушивали до постоянной массы в сухожаровом шкафу (105 °С) и получали фракцию сухого ила. Его озоляли в муфельной печи (550 °С). При микроскопировании материала, полученного после сжигания в муфельной печи, абразив представлял собой отдельные блестящие частицы, окрашенные в черный цвет. Золу в дальнейшем промывали водой с добавлением кислоты и декантировали в несколько этапов. Эту фракцию снова высушивали при 105 °С и взвешивали, в результате была установлена масса нерастворимой минеральной взвеси активного ила. Она представляла собой осадок темно-коричневых песчинок на стенках тиглей, напоминающий по внешнему виду и структуре кофейную гущу.

Нами было произведено взвешивание жидкой фракции обоих образцов активного ила, далее ее сухой фракции, а также твердофазного минерального материала, оставшегося после процесса озоления. В результате был проведен перерасчет массы абразивного материала на единицу массы активного ила и получены следующие результаты: в образце **№1** содержание абразивного материала составило 0,2769 г на 1 кг влажного ила (около 28 г в 100 кг активного ила), в образце **№ 2** – 0,3424 г на 1 кг влажного ила (34 г в 100 кг активного ила). Диаметры частиц абразивного материала составляли 1,8–8,9 мкм.

Таким образом, в составе обоих исследованных образцов активного ила очистных сооружений Несвижского молокоперерабатывающего завода зафиксировано наличие абразивных частиц. Их содержание в сточных водах в целом не отличается высокими показателями, но они вполне могут быть причиной возникновения поломок в связи с механическим воздействием на стенки труб. Здесь необходимо, с одной стороны, учитывать специфику отрасли предприятия, с другой стороны, возможно, необходимо проведение более детального исследования для определения химического состава взвешенных веществ и абразивного материала в составе сточных вод предприятия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь 30 марта 2015 г. № 13 «Об установлении нормативов качества воды поверхностных водных объектов».

2. Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь 26 мая 2017 г. № 16 «О некоторых вопросах нормирования сбросов химических и иных веществ в составе сточных вод».

УДК 504.062

ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ СТЕПНЫХ РЕГИОНОВ РОССИИ

Чибилёв Александр Александрович (мл.), *кандидат экономических наук, Институт Степи ОФИЦ УрО РАН,* ***Россия****, г. Оренбург, a.a.ml@mail.ru*

Мелешкин Дмитрий Сергеевич, *Институт Степи ОФИЦ УрО РАН,* ***Россия****, г. Оренбург, aventureiro@mail.ru*

Григоревский Дмитрий Владимирович, *Институт Степи ОФИЦ УрО РАН,* ***Россия****, г. Оренбург, grag92@mail.ru*

В статье рассматриваются ключевые показатели использования водных ресурсов в степных регионах России. Проведен сравнительный анализ объемов водопотребления, представлена структура водопользования по регионам. Построена картосхема, отражающая диспропорции использования водных ресурсов между юго-западными и восточными степными регионами России. Объемы водопотребления варьируются от 49,9 в Курганской области, до 3535,2 млн м^3 в Ставропольском крае. Дана оценка динамики объемов сброса сточных вод в поверхностные водоемы регионов за 2010–2018 гг.

Ключевые слова: степная зона, водные ресурсы, водопотребление, сброс сточных вод.

DYNAMICS OF WATER RESOURCES USE OF RUSSIA STEPPE REGIONS

Chibilyov A. A., Meleshkin D. S., Grigorevsky D. V.

The article discusses key indicators of water use in the steppe regions of Russia. A comparative analysis of water consumption was carried out, the structure of water use by region was presented. A map has been constructed reflecting the imbalances in the use of water resources between the southwestern and eastern steppe regions of Russia, water consumption ranges from 49.9 million m^3 in the Kurgan region to 3535.2 million m^3 in the Stavropol Territory. The estimation of the dynamics of volumes of wastewater discharges into surface water bodies of the regions for the period 2010-2018 is given.

Keywords: steppe zone, water resources, water consumption, waste water discharge.

Проблемы рационального использования и загрязнения водных ресурсов в Российской Федерации стоят довольно остро. Специфика влияния отраслей народного хозяйства на водные ресурсы раскрывается в соотношении превалирующих видов водопользования. Основными показателями, характеризующими использование воды, являются забор воды из природных водных объектов, использование и очистка воды, сброс сточных вод. В регионах степной зоны (рисунок 1) водопотребление осуществляется в большей степени за счет пресной воды изъятой из поверхностных источников, 17797,3 млн м^3 (87,7 % от всей добытой воды) [6]. Масштабы использования воды в регионах степной зоны уменьшились за последние годы, общее использование пресной воды в 2018 г. составило 15696,1 млн м^3, что на 8 % меньше, чем в 2010 г. Основной объем пресной воды в структуре водопользования приходится на производственные нужды – 6849,0 млн м^3. С 2010 г. данный показатель сократился на 26,7 % [1].

Такое снижение связано с уменьшением количества предприятий и организаций; деятельность которых предусматривает использование водных ресурсов, в исследуемых регионах – за рассматриваемый период их количество сократилось с 178,3 до 130, 4 тыс. (26,9 %). На орошение сельскохозяйственных угодий приходится – 3724,2 млн м^3 от общего объема всей используемой воды. Данный показатель занимает второе место в структуре водопользования. За период 2010–2018 гг. произошло его сокращение на 14,8 %. Необходимо отметить, что тенденция изменения объемов использованной пресной воды, направленная в сторону сокращения за рассматриваемый период, характерна для большинства регионов степной зоны, незначительное увеличение использования отмечено только в Краснодарском и Алтайском краях, а также Ростовской области [5].

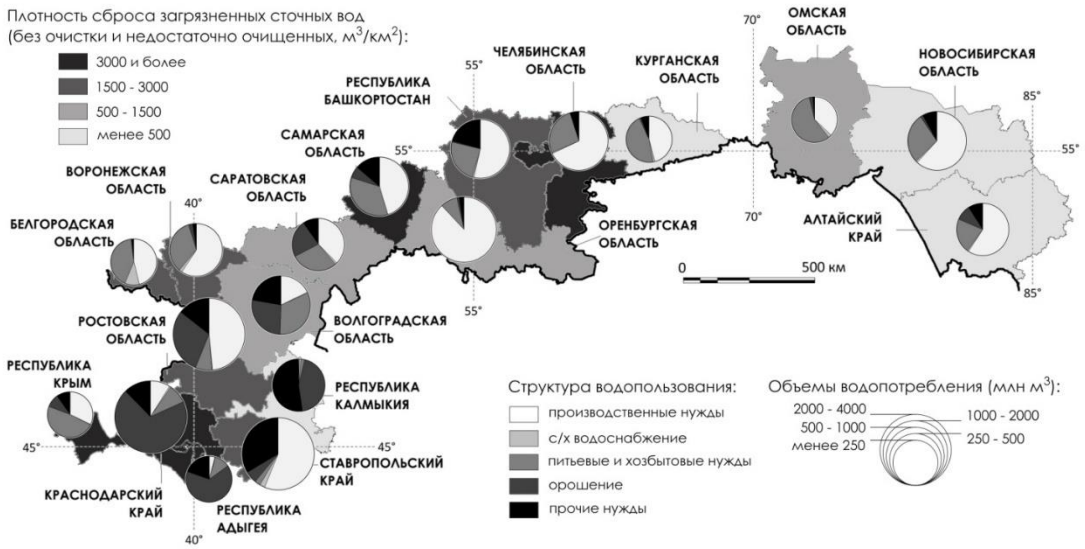


Рисунок 1 – Картосхема плотности сброса загрязненных сточных вод и структура водопользования в степных регионах РФ в 2018 г.

Диспропорции в объемах водопотребления наблюдаются между юго-западными и восточными регионами исследуемой территории. В Курганской области этот показатель минимален и составляет 49,9 млн м^3, наибольшие его значения отмечены в Ставропольском (3535,2 млн м^3) и Краснодарском (3152,2 млн м^3) краях. В Краснодарском крае значительная доля объемов водопотребления приходится на орошение (70 %). В среднем по регионам степной зоны на производственное водопотребление приходится 43 % забираемой пресной воды, максимальная доля наблюдается в регионах с развитыми водоемкими (электроэнергетика, черная и цветная металлургия, нефтехимическая промышленность и др.) – Оренбургской (88 %) и Челябинской (68 %) областях.

Максимальные объемы воды на производственные нужды тратятся в Ставропольском крае (1984,6 млн м^3) и Ростовской области (1160,1 млн м^3). В Ставропольском крае, при сравнительно небольших показателях промышленного производства и ВРП (7 место среди исследуемых регионов), на производственные нужды забираются объемы воды, сопоставимые с объемами всего водопотребления Оренбургской, Новосибирской и Саратовской областей вместе взятых. Большие показатели объема воды, использованной на производственные нужды в Ставропольском крае, также связаны с развитием производств химической отрасли (производством пластмасс, синтетических смол, красок, лаков, азотных удобрений и др.). Однако, в регионе актуальна проблема потери воды при транспортировке. В 2017 г. этот показатель составил 1188,6 млн м^3 [4].

Объем сброса сточных вод в поверхностные природные водоемы регионов степной зоны РФ в 2018 г. составил 3254,3 млн м^3. По сравнению с 2010 г. данный показатель сократился на 607,1 млн м^3, или на 15,7 % [2]. Максимальный объем сброса загрязненных сточных вод наблюдается в Краснодарском крае (718 млн м^3) и Челябинской области (647 млн м^3). Меньше всего сброшено загрязненных сточных вод в Республике Калмыкия (13,9 млн м^3) и Алтайском крае (17,3 млн м^3). В целом по регионам степной зоны наблюдается положительная динамика сокращения объемов сброса загрязненных сточных вод (рисунок 2).

Значительный объем сброшенных сточных вод приходится на недостаточно очищенную воду – 75,4 %, где также по регионам отмечалось снижение. Наибольшее сокращение произошло в Краснодарском крае – 34,6 %, Республике Башкортостан – 28,2 %, а также в Волгоградской – 43,2 % и Курганской областях – 36,1 %. Одной из причин снижения объемов сброса загрязненных сточных вод является строительство и ввод в эксплуатацию новых, а также модернизация устаревших водоочистных сооружений. Рост данного показателя отмечается в Ставропольском крае (45 %) и Новосибирской области (10,7 %). В Саратовской области он вырос с 14 до 92,4 млн м^3, или в 6,6 раза. По данным Министерства природных ресурсов и экологии Саратовской области 96 % от общего объема сброшенных сточных вод

приходится на бассейн р. Волги. Основными источниками загрязнения являются предприятия, занимающиеся забором, очисткой и распределением воды [3].

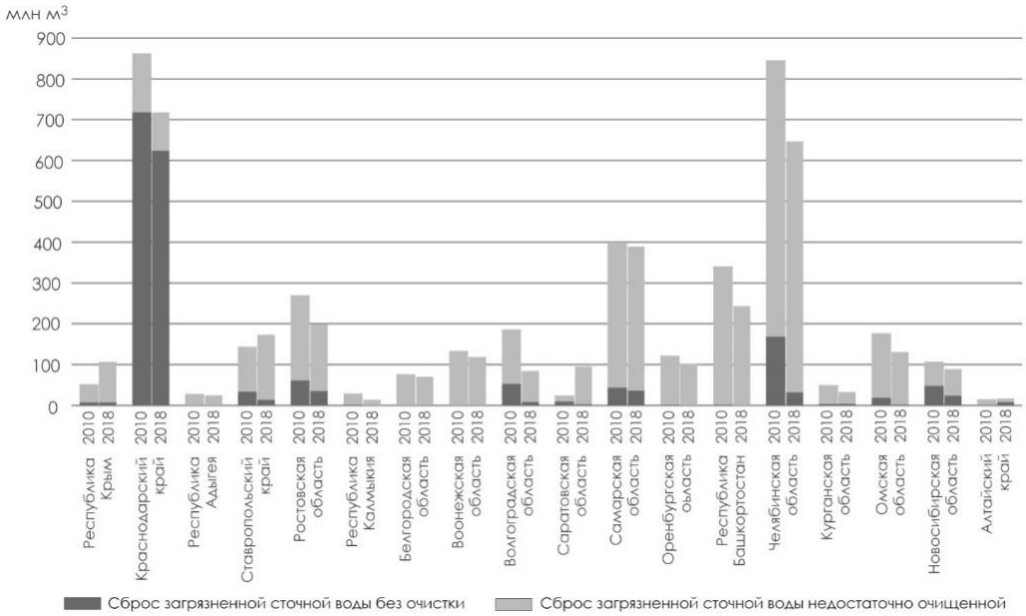


Рисунок 2 – Диаграмма динамики сброса загрязненных сточных вод в степных регионах России в 2010–2018 гг.

В целом на территории исследования в структуре водопользования наблюдается уменьшение доли забираемой воды на орошение и увеличение доли на производственные нужды по регионам в северо-восточном направлении. Значительная площадь степных водоемов при их относительной маловодности свидетельствует о расточительности по отношению к водным ресурсам степной зоны и наличии проблем, связанных с рациональным водопользованием. Большое значение в их решении имеет эффективное использование инвестиций в основной капитал, направленный на охрану и рациональное использование водных ресурсов.

Статья подготовлена в рамках темы «Степи России: ландшафтно-экологические основы устойчивого развития, обоснование природоподобных технологий в условиях природных и антропогенных изменений окружающей среды» (№ГР АААА-А17-117012610022-5).

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году». – М. : Минприроды России; НПП «Кадастр», 2019. – 844 с.

2. Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2012 году». – М. : НИА-Природа, 2013. – 370 с.

3. Доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области в 2018 году». – Саратов, 2019 – 215 стр.

4. Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Ставрапольского края [Электронный ресурс]. – URL : http://www.mpr26.ru/ministerstvo/informatsiya/news/chto-nesut-nam-reki.html (дата обращения: 20.01.2020).

5. Падалко Ю. А. Региональная специфика водопользования в степной зоне Европейской части России // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов. – 2019. – С. 32–37.

6. Проблемы устойчивого развития социально-экономических геосистем степной зоны Российской Федерации / А. А. Чибилёв, А. А. Чибилёв (мл.), О. С. Руднева, А. А. Соколов, Ю. А. Падалко, Д. С. Мелешкин, Д. В. Григоревский – Оренбург : ИС УрО РАН, 2018. – 128 с.

УДК 504.4.06

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ РЕК В ПЕРМСКОМ КРАЕ

Мещурова Татьяна Александровна, *кандидат биологических наук, ФГБУ «Уральский государственный научно-исследовательский институт региональных экологических проблем»,* ***Россия,*** *г. Пермь, tmeshurova@mail.ru*

В статье отмечено влияние шахтных кислых вод территории Кизеловского угольного бассейна Пермского края на загрязнения рек. Установлено, что в водах ряда рек Пермского края наблюдается превышение ПДК по металлам: марганцу, железу, меди, никелю, а в р. Косьве – концентраций фенола, азота аммонийного. Вода р. Кизел характеризована на основе УКИЗВ как «экстремально грязная». В 2018 г. вода р. Косьвы оценена как «грязная» (4-й класс), воды остальных рек соответствовали 3-му классу «загрязненная».

Ключевые слова: реки Пермского края, загрязнение, Кизеловский угольный бассейн, шахтные воды, удельный комбинаторный индекс загрязнения воды.

ASSESSMENT OF RIVER POLLUTION IN THE PERM REGION

Meshchurova T. A.

The article notes the influence of mine acidic waters on river pollution in the Kizelovsky coal basin of the Perm region. It was found that in the waters of a number of rivers in the Perm region, there is an excess of the MPC for metals: manganese, iron, copper, Nickel, and in the Kosva river, concentrations of phenol and ammonium nitrogen are also observed. The water of the Kizel river is characterized on the basis of specific combinatorial index of water pollution as «extremely dirty». In 2018, the water of the Kosva river was rated as «dirty» (class 4), the water of the other rivers corresponded to class 3 «polluted».

Keyword: Perm Krai rivers, pollution, Kizelovsky coal basin, mine waters, specific combinatorial index of water pollution.

Среди природных богатств Земли вода занимает особое положение. В настоящее время наиболее актуальной является проблема загрязнения водных объектов. Поступление в водные объекты сточных вод промышленного, коммунального, сельского хозяйства является одной из причин их загрязнения минеральными, биогенными и органическими веществами, многие из которых токсичны.

В Российской Федерации воды используются и охраняются в соответствии с Водным кодексом как основа жизнедеятельности населения, проживающего на ее территории [1]. Практика показывает, что сложившееся природопользование затрагивает и разрушает прежде всего экосистемы малых рек [10]. Антропогенная деятельность приводит к изменению и деградации рек, ухудшению состояния ихтиофауны (нередко и к гибели особей). Нарушение водных экосистем негативно влияет на здоровье населения. По материалам Всемирной организации здравоохранения главная причина 80 % всех болезней человека – употребление загрязненной воды [2]. Решение этой проблемы следует искать, безусловно, в источниках ее загрязнения. Взаимосвязь компонентов окружающей среды определяет необходимость снижения или предотвращения загрязнения воздушных систем, водных и почвенных ресурсов.

Важность гидросферы как компонента биосферы определила тему исследовательской работы. Целью исследования явилась оценка качества поверхностных вод ряда рек Пермского края в период с 2014 по 2018 гг.

Главной рекой Пермского края является Кама. Протяженность свыше 300 км имеют реки: Кама, Чусовая с Сылвой, Косьва, Яйва, Вишера с Колвой, Коса. Из них только две реки относятся к разряду больших, длиной свыше пятисот километров: Кама и Чусовая. Основная часть рек относится к бассейну реки Камы, которая по длине занимает 6-е место в Европе [7]. При оценке загрязненности рек Пермского края использовались результаты гидрохимических наблюдений, проводимых Пермским центром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (ЦГМС) – филиалом ФГБУ «Уральское УГМС».

Водные объекты бассейна реки Камы постоянно испытывают отрицательное воздействие со стороны сточных вод многих секторов промышленности, муниципальных образований таких крупных городов, как Березники, Соликамск, Добрянка, Пермь, Краснокамск,

Чайковский, Красновишерск, Кудымкар и др. [3]. С каждым годом потребность сбережения водных ресурсов возрастает.

Гнетущей экологической проблемой Пермского края является очистка загрязненных в результате антропогенной деятельности рек Кизеловского угольного бассейна, в настоящее время шахты которого закрыты. Город Кизел занимает одно из первых мест на Западном Урале по масштабам загрязнения окружающей среды.

Накопленные горные породы на поверхности и промывной климатический режим (превышение в два раза количества осадков над испаряемостью) приводит обширные территории Кизеловского бассейна к загрязнению кислыми водами [9]. Загрязнение рек (Косьвы, Чусовой, Усьвы, Яйвы) продолжается за счет шахтных вод, распространяющихся на поверхности из затопленных горных выработок, и стоков с породных отвалов. Содержание сухого остатка, сульфатов и таких микроэлементов, как кобальт, никель, литий, свинец, железо, алюминий и бериллий, создают сложную экологическую ситуацию [8].

По материалам Пермского ЦГМС в поверхностных водах стабильно превышают предельно допустимые концентрации для водоемов рыбохозяйственного пользования [6] наиболее распространенные загрязняющие вещества: соединения марганца, меди, железа, трудноокисляемые органические вещества (по ХПК) [3, 7, 8]. Данные среднегодовых концентраций, превышающих $ПДК_{р/х}$ загрязняющих веществ в воде рек сведены в единую таблицу 1.

Таблица 1 – Загрязненность воды ряда рек Пермского края основными загрязняющими веществами в долях ПДК за 2014–2018 гг.

Загрязняющее вещество	Названия рек						
	Кама	Вишера	Косьва	Чусовая	Сылва	Лысьва	Иньва
2014 г.							
Mn	7	5	11	6	6	4–8	8
Fe	5	3	25	2	3	3	4
Фенол	н	н	4	н	н	н	н
Cu	н	н	3	2	н	2	2
Азот аммонийный	н	н	2	н	н	н	н
2016 г.							
Mn	7	4	10	4–7	2–4	2–6	5–6
Fe	7	4	47	2–3	н	2	3–6
Фенол	н	н	5	н	н	н	н
Cu	3	2	3	3–4	3	2–4	3
Азот аммонийный	н	н	2	н	н	н	н
2018 г.							
Mn	6	3–4	11	5–6	4–6	2–5	5–6
Fe	5	2–3	35	3–5	2–3	3	3
Фенол	н	н	4	н	н	н	н
Cu	2	2	2	2–3	2	2–3	2
Азот аммонийный	н	н	н	н	н	н	Н
н – значения по загрязняющим веществам не превышали $ПДК_{р/х}$							

По содержанию загрязняющих веществ, превышающих $ПДК_{р/х}$ в 2014–2018 гг., можно сделать вывод, что более грязной рекой является Косьва. Из анализируемых рек только в водах р. Косьвы наряду со среднегодовыми концентрациями магния, железа, меди, превышающими ПДК, обнаружены концентрации фенола (в 2014–2018 гг.), азота аммонийного (2014, 2016 гг.), превышающие предельно допустимые (таблица 1). Превышает ПДК содержание Mn и Fe в воде всех наблюдаемых рек в 2014–2018 гг. Среднегодовая концентрация меди выше ПДК зафиксирована в 2014 г. в реках: Косьва, Чусовая, Лысьва, Иньва, Северная Вильва, Кизел, а в 2016 и 2018 гг. в водах всех анализируемых рек.

Основная причина загрязнения – самоизлив шахтных вод закрытых шахт Кизеловского угольного бассейна [8]. Нужно заметить, что р. Косьва является левым притоком р. Камы. Следствие излива кислых шахтных вод – образование большого количества техногенных отложений в реках. Они представлены аморфными гидроксидами железа и алюминия с высоким содержанием Mn, Cu, Ni, Zn, Pb, Cd и др. Донные отложения наиболее загрязнены на участках ниже самоизливов: р. Вильва – ниже г. Гремячинска до устья (далее загрязняются р. Усьва и Чусовая), р. Косьва – ниже г. Губахи до устья, р. Кизел и Вильва – ниже г. Кизела до

устья (далее загрязняется р. Яйва) [5]. Кроме того, на участках прежнего сброса кислых шахтных вод почвенно-растительный слой отсутствует (площадь превышает 50 га) [4].

По данным Пермского ЦГМС в 2014 г. проводились исследования поверхностных вод рек Вильва, Северная Вильва и Кизел, подверженных загрязнению за счет изливания шахтных вод из системы подземных выработок Кизеловского угольного бассейна. С 2015 г. наблюдения на реках Вильва, Северная Вильва, Кизел прекращены [7].

Результаты по среднегодовым концентрациям загрязняющих веществ в этих реках за 2014 г. представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Загрязненность воды ряда рек Пермского края металлами в долях ПДК в 2014 г.

Загрязняющее вещество	Названия рек		
	Вильва (приток р. Усьва)	Северная Вильва (приток р. Яйва)	Кизел (приток р. Северная Вильва)
Mn	17	144	440
Fe	73	92	1790
Cu	н	2	7
Zn	н	н	7
Ni	н	3	19

Характеристика уровня загрязнения поверхностных водных объектов проводится на основе значений комплексного показателя УКИЗВ (удельный комбинаторный индекс загрязнения воды). Он рассчитывается для водных объектов Пермского края по 14–15 загрязняющим веществам. Чем больше число критических показателей загрязнения и повторяемости случаев превышения ПДК, тем выше класс загрязненности [8]. Согласно классификации качества воды, проведенной на основе значений комплексного показателя, вода в реках Вильва и Северная Вильва в 2014 г. соответствовала 4-му классу «грязная», вода реки Кизел характеризовалась как «экстремально грязная» (5-й класс).

В 2018 г. вода р. Косьвы соответствовала 4-му классу качества «грязная», воды остальных рек характеризовалось 3-м классом «загрязненная». В створе р. Сылва ниже г. Кунгура и в створе р. Лысьва ниже г. Лысьвы качество вод оценивалось, как «очень загрязненная» (класс 3, разряд «Б»). В результате анализа данных таблиц 1 и 2 установлено, что в водах рек Пермского края наблюдается больше случаев превышения ПДК по металлам: марганцу, железу, меди, никелю.

Территория Кизеловского угольного бассейна испытывает на себе серьезную антропогенную нагрузку, вследствие которой происходит загрязнение природных вод и накопление техногенных отложений. Требует решения проблема ликвидации накопленных отходов экономической деятельности в Пермском крае для реабилитации водных объектов. Целесообразно возобновить наблюдения на реках Вильва, Северная Вильва, Кизел. При использовании соответствующих технологий извлечения полезных компонентов шахтные воды могут быть источником гидроминерального сырья.

ЛИТЕРАТУРА

1. Водный кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 03.06.2006 № 74-ФЗ (в ред. Федерального закона от 29.07.2017 № 261-ФЗ), принят Гос. Думой 12.04.2006, одобрен Советом Федерации 26.05.2006. – Режим доступа : справ.-правовая системы «КонсультантПлюс».

2. Глобальный веб-сайт: Всемирная организации здравоохранения: Санитария и сточные воды – URL: https://www.who.int/water_sanitation_health/sanitation-waste/ru/ (дата обращения 13.12.2019).

3. Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2017 году». – М. : НИА-Природа, 2018. – 298 с.

4. Красильникова С. А. Исследование участка прежнего водосброса кислых вод шахты Широковская (Кизеловский угольный бассейн) / С. А. Красильникова // Вестник ЗабГУ. – 2018. – № 1. – С. 10–17.

5. Максимович Н. Г. Экологические последствия ликвидации Кизеловского угольного бассейна / Н. Г. Максимович, Н. В. Черемных, Е. А. Хайрулина // Географический вестник. – 2006. – № 2.

6. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения : приказ министерства сельского хозяйства РФ от 13.12.2016 № 552 – Режим доступа : справ.-правовая система «Техэксперт».

7. О состоянии и об охране окружающей среды Пермского края в 2016 году: доклад Министерства природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края. Пермь, 2017. – 222 с.

8. О состоянии и об охране окружающей среды Пермского края в 2018 году : доклад Министерства природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края. – Пермь, 2019. – 243 с.

9. Полетаев В. Е. Экологические проблемы урбанизированных территорий: управление по охране окружающей среды Пермской / В. Е. Полетаев– URL: http://www.permecology.ru/report/report2001/c15.htm (дата обращения 14.10.2019).

10. Ткачев Б. П. Малые реки: современное состояние и экологические проблемы : Аналит. обзор / Б. П. Ткачев, В. И. Булатов // ГПНТБ СО РАН. – Новосибирск, 2002. – 114 с.

УДК 502.51:556.5(476.7)

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОЕМОВ РЕКРЕАЦИОННОЙ ЗОНЫ Г. БРЕСТА

Кириченко Лариса Александровна, *УО «Брестский государственный технический университет»,* ***Республика Беларусь,*** *г. Брест, lakobrinetch@mail.ru*

Волчек Анастасия Александровна, *кандидат технических наук, УО «Брестский государственный технический университет»,* ***Республика Беларусь,*** *г. Брест, VolchekAn@rambler.ru*

Развитие г. Бреста привело к увеличению числа водоемов на его территории. С увеличением антропогенной нагрузки возникла необходимость оценки экологического состояния водоемов рекреационной зоны города. Экологическое состояние водоемов г. Бреста оценивалось исходя из качества воды по гидрохимическим показателям.

Ключевые слова: экологическое состояние, рекреационная нагрузка, самоочищение, состав воды.

EVALUATION OF THE ECOLOGICAL CONDITION OF THE RESERVATION AREAS OF THE CITIES OF BREST

Kirichenko L. A. Volchek A. A.

The development of Brest led to an increase in the number of reservoirs in its territory. With an increase in anthropogenic pressure, it became necessary to assess the ecological state of the reservoirs of the city's recreational zone. The ecological condition of the reservoirs of the city of Brest was estimated based on the quality of water by hydrochemical indicators.

Keywords: ecological state, recreational load, self-purification, water composition.

Введение. Территория города Бреста характеризуется достаточно разветвленной гидрологической сетью: три реки (р. Мухавец протекает через весь город, р. Западный Буг и р. Лесная протекают по границе города) и более 350 водоемов различного происхождения, назначения и антропогенной нагрузки [5, 9]. Расширение территории в ходе развития г. Бреста привело к росту количества водоемов вследствие включения природных водоемов прилегающих территорий и образования водоемов антропогенного происхождения. Эти водоемы имеют площадь водного зеркала менее 1 км^2 и малую гидрологическую нагрузку. Поэтому они не входят в реестр водных объектов Республики Беларусь.

Однако в последнее время наблюдается тенденция к увеличению техногенной и антропогенной нагрузки на эти водоемы. Известно, что основными источниками поступления загрязняющих веществ в водные объекты города являются поверхностный ливневый сток, неорганизованные выпуски сточных вод, стихийные свалки на водозаборах [1]. В связи с этим в силу небольших размеров малые водоемы практически не способны справится с резко воз-

росшей экологической нагрузкой и характеризуются слабой способностью к самоочищению [5]. Так как на территории Бреста водоёмы несут высокую эстетическую, экологическую, социально-психологическую нагрузку, они являются значимыми водными объектами, расположенными в рекреационной зоне города. Поэтому целью данной работы является исследование экологического состояния водоемов рекреационной зоны г. Бреста.

Объекты и методы исследований. Так как на городской территории практически не встречаются средние и большие водоемы с площадью водного зеркала от 1 км^2, объектами исследования являются малые разнотипные водоемы г. Бреста с площадью водного зеркала до 1 км^2 и с различными видами рекреационной нагрузки, расположенные в бассейне р. Западный Буг, в пойме р. Мухавец и р. Западный Буг [6]. Данные водоемы являются непроточными, с разными видами антропогенной нагрузки и, фактически, многофункционального назначения.

Для водоемов, расположенных в городской черте, санитарно-гигиеническое состояние водных объектов определяется следующими действующими в Республике Беларусь гигиеническими нормативами и санитарными нормами и правилами: ГН 2.1.5.10-21-2003, ГН 2.1.5.10-29-2003, Сан ПиН 2.1.2.12-33-2005 [3, 4, 7, 10].

Отбор проб проводился по стандартным методикам. Пробы анализировались в течение 24 час с момента отбора. Гидрохимические показатели определялись потенциометрическим, титриметрическим, фотометрическим методами согласно действующих в РБ ГОСТ и МВИ.

Результаты и обсуждение. По критерию рекреационной нагрузки (использовании населением в качестве мест отдыха) можно выделить три класса водных объектов: незначительные, малозначительные и значительные [8, 12]. В таблице 1 показаны рекреационная нагрузка изучаемых водоемов и их функциональное назначение.

Таблица 1 – Группировка водоемов г. Бреста по уровню рекреационной нагрузки

Водоем	Функциональное назначение	Способность к самоочищению	Уровень рекреационной нагрузки
Карьерный водоем Вычулки (**1**)	Природно-рекреационное, любительский лов	Сохранил способность к самоочищению, испытывает затруднения	Значительный
Пруд Зеркалка (**2**)	Природно-рекреационное, любительский лов	Сохранил способность к самоочищению	Значительный
Карьерный водоем Гершонский (**3**)	Природно-рекреационное, любительский лов	Сохранил способность к самоочищению	Значительный
Пруд б. н. (м-рн Гершоны) (**4**)	Природно-рекреационное, любительский лов	Сохранил способность к самоочищению	Значительный
Пруд б. н. по ул. Васнецова (**5**)	Природно-рекреационное, любительский лов	Сохранил способность к самоочищению	Малозначительный
«Нижний» пруд, парк КиО им. 1 Мая (**6**)	Природно-рекреационное	Не сохранил способности к самоочищению	Малозначительный

Согласно приложению 1 к Сан ПиН 2.1.2.12-33-2005 для водоемов, расположенных в черте населенного пункта, определяются следующие химические показатели состава и свойств воды водных объектов: водородный показатель (pH), минерализация воды, растворенный кислород, биохимическое потребление кислорода ($БПК_5$), химическое потребление кислорода (бихроматная окисляемость, ХПК), химические вещества [10].

Превышение содержания химических веществ в воде водоемов согласно предельно-допустимой концентрации (ПДК) и ориентировочно допустимого уровня (ОДУ) химических веществ, определялось по ГН 2.1.5.10-21-2003 и ГН 2.1.5.10-29-2003 и ТПК 17.13-09-2013 (02120) [3, 4, 7, 11].

Для определения ионного состава и степени экологического состояния проводилось исследование гидрохимических показателей качества воды водоёмов (таблица 2).

Содержание железа общего во всех исследуемых водоемах превышает ПДК в несколько раз, что характерно для данного региона [2].

Водородный показатель pH воды водоемов соответствует нормативам, кроме pH воды карьерного водоема «Вычулки».

По величине химического потребления кислорода наблюдается превышение ПДК по всем исследуемым водоемам, кроме пруда «Зеркалка» и пруда по ул. Васнецова.

Таблица 2 – Некоторые гидрохимические показатели качества воды водоемов, август 2019 г.

Показатели	Водоём					
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
pH	9,77-9,87	8,11	8,1	7,9	7,26-7,77	8,1
Жесткость, мг-экв/дм^3	3,02-3,60	2,6	3,68	4,93	4,7	4,93
ХПК, мг O_2/дм^3	39,2	19,87	48,2	35,9	25,28	34,97
Растворенный кислород, мг O_2/дм^3	7,94	6,75	8,42	9,26	5,33	7,23
БПК, мг O_2/дм^3	3,12	1,87	1,87	4,39	1,61	3,58
Ca^{2+}, мг/дм^3	36,97	34,07	44,59	74,65	52,1	77,15
Mg^{2+}, мг/дм^3	36,88	21,87	35,43	29,16	51,03	26,33
Cl^-, мг/дм^3	53,8	23,08	81,65	116,26	37,94	83,43
SO_4^{2-}, мг/дм^3	86,46	27,86	53,8	53,8	52,51	153,7
$Fe_{общ}$, мг/дм^3	1,22	1,28	0,7	1,65	0,65	1,25
PO_4^{3-}, мгР/дм^3	0,143	0,028	0,019	0,004	0,028	0,103

Содержание фосфатов во всех исследуемых водоемах не превышает нормативных показателей, кроме карьерного водоема «Вычулки» и нижнего пруда в парке культуры и отдыха имени 1 мая.

Заключение. Таким образом, исходя из уровня рекреационной нагрузки исследуемые водоемы г. Бреста испытывают значительное воздействие. Большинство водоемов сохранили способность к самоочищению, кроме пруда «Нижний» в парке культуры и отдыха имени 1 Мая. Это подтверждается данными гидрохимических показателей качества воды.

Карьерный водоем Вычулки испытывает затруднения в самоочищении, наблюдается загрязнение воды биогенными элементами и органическими веществами (превышение значения фосфатов, ХПК, pH). В летний период на озере наблюдается обильное цветение воды за счет сине-зеленых водорослей, замор рыбы. Это свидетельствует о попадании в водоем поверхностных сточных вод в результате сельскохозяйственной деятельности вблизи водоохранной зоны.

Карьерный водоем «Гершонский» загрязнен ливневыми стоками, это подтверждается превышением величин ХПК и хлоридов, что вызвано влиянием прилегающей к водоему территории частной застройки, на которой отсутствует ливневая канализация и объекты ее очистки. Аналогичная ситуация наблюдается и на пруду б. н. по ул. Влодавской (микрорайон Гершоны).

«Нижний» пруд в парке культуры и отдыха 1 Мая не сохранил способность к самоочищению, наблюдается повышенное содержание неорганических и органических веществ по всем показателям. Необходимы мероприятия по его реабилитации.

ЛИТЕРАТУРА

Волчек А. А. Сток с урбанизированных территорий и его очистка [Текст] / А. А. Волчек, И. В. Бульская // Вестник Брестского государственного технического университета. Сер. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2013. – № 2 – С. 88–92.

Волчек А. А. Трансформация качества поверхностных вод рек Беларуси [Текст] / А. А. Волчек, Ан. А. Волчек // Вестник БрГТУ. Сер. Водохозяйственное строительство и теплоэнергетика. – 2007. – № 2. – С. 5–15.

ГН 2.1.5.10-21-2003 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования» [Текст]. – Введ. 2005–01–04. – Минск : РЦГЭ, 2005. – 60 с.

ГН 2.1.5.10-29-2003 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочные допустимые уровни (ОДУ) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования» (дополнение № 1 к ГН 2.1.5.10-21-2003 и ГН 2.1.5.10-20-2003) [Текст]. – Введ. 2005–01–04. – Минск : РЦГЭ, 2005. – 6 с.

Кириченко Л. А. К вопросу геоэкологической оценки водно-болотной системы

г. Бреста [Текст] / Л. А. Кириченко // Актуальные проблемы наук о Земле: использование природных ресурсов и сохранение окружающей среды: сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. Году науки в Респ. Беларусь, Брест, 25–27 сент. 2017 г. : в 2 ч. / Ин-т природопользования НАН Беларуси, Брест. гос .ун-т им. А. С. Пушкина, Брест .гос. техн. ун-т ; редкол.: А. К. Карабанов [и др.] ; науч. ред. А. К. Карабанов, М. А. Багдасаров. – Брест : БрГУ, 2017. – Ч. 1. – С. 172–176.

Кириченко Л. А. Проблемы мониторинга малых водных объектов урбанизированных территорий [Текст] / Л. А. Кириченко // Мелиорация и сельское строительство. Поиск молодежи : Сб. науч. тр. студентов, магистрантов, аспирантов и соискателей / Белорусская ГСХА / под ред. Р. А. Другомилова. – Горки : РПЦ «Печатник», 2019. – С. 67–68.

Кириченко Л. А. Состояние экологического статуса водоемов бассейна реки Западный Буг [Текст] / Л. А. Кириченко // Вестн. Брест. гос. техн. ун-та. Сер. 2, Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2019. – № 115. – С. 78–81.

Овчарова Е. П. Геоэкологические критерии для целей реабилитации водных объектов на урбанизированных территориях [Текст] / Е. П. Овчарова, О. В. Кадацкая // Природопользование. – Вып. 26. – Минск, 2014. – С. 25–30.

Природообустройство Полесья: монография [Текст] / Под общ. науч. ред. Ю. А. Можайского, А. Н. Рокочинского, А. А. Волчека, О. П. Мешика, Е. Езнаха. – Рязань : мещер. ф-л. ВНИИИГиМ им. А.С. Костякова, 2018. – Кн. 1. Белорусское Полесье. – 408 с.

Сан ПиН 2.1.2.12-33-2005 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод от загрязнения».) [Текст] . – Введ. 2006–01–02. – Минск : Сборник нормативных документов "Коммунальная гигиена". Вып. 1. – Минск, 2008. – 264 с.

ТПК 17.13-09-2013 (02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Аналитический контроль и мониторинг. Правила определения химического (гидрохимического) статуса озерных экосистем [Текст]. – Введ. 2014–01–07. – Минск : Минприроды, 2014. – 32 с.

Яловая Н. П. Экология и гидрохимия. Словарь-справочник : Справ. пособие [Текст] / Н. П. Яловая, П. П. Строкач. – Брест : БГТУ, 2002. – 244 с.

УДК 556.5.048

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ДЕЛЬТОВОЙ ЧАСТИ ВОЛГИ В ПРЕДЕЛАХ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА 2016–2018 гг.

Нгуен Нгок Ань, *ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»,* ***Россия****, г. Астрахань, ngocanh_98@mail.ru*

Мельник Ирина Викторовна, *кандидат биологических наук, ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»,* ***Россия****, г. Астрахань, irina_1melnik@mail.ru*

Васильева Екатерина Геннадьевна, *кандидат биологических наук, ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»,* ***Россия****, г. Астрахань, katerina.84@mail.ru*

Качество воды в поверхностных водоемах страны с каждым годом ухудшается из-за постоянно возрастающей антропогенной нагрузки. Именно поэтому значение пресной воды как природного сырья постоянно возрастает. Большая часть всех загрязняющих веществ, поступающих в водоемы, – продукт хозяйственной деятельности человека и результат действия вполне определенных источников распространения загрязнений. В полной мере это коснулось великой реки России – Волги, что привело к нарастанию угрозы ее уникальному биоразнообразию, в связи с чем оценка состояния основного русла р. Волги в пределах Астраханской области и дельтовых ее водоемов является актуальной задачей.

Ключевые слова: поверхностные воды, качество воды, загрязнение, мониторинг, ПДК, вещества, фенолы, медь, цинк, нефтепродукты, ртуть.

POLLUTION OF DELTA PART OF VOLGA WITHIN ASTRAKHAN REGION FOR 2016-2018

Nguen N. A., Melnik I., Vasilyeva E.

Water quality in the country's surface water bodies is deteriorating every year to a greater extent due to the constantly increasing anthropogenic load. That is why the importance of fresh water as a natural raw material is constantly increasing. Most of the pollutants entering water bodies are a product of human economic activity and the result of the action of well-defined sources of the spread of pollution. This fully affected the great river of Russia - the Volga, which led to an increase in the threat to its unique biodiversity. In this connection, an assessment of the state of the main river bed. Volga within the Astrakhan region and its delta reservoirs is an urgent task.

Key words: surface water, water quality, pollution, monitoring, MPC, substances, phenols, copper, zinc, oil products, mercury.

Качество воды – общая проблема практически для всех регионов России. Она касается в наибольшей степени поверхностных водных объектов, интенсивно используемых человеком. Основное направление по охране водных ресурсов должно заключаться не только в борьбе с последствиями загрязнения, но и в постоянном применении рационального, более эффективного принципа – решение проблемы охраны должно осуществляться профилактически на регулярной основе [1].

Астраханская область, расположенная в специфическом природно-хозяйственном регионе – Волго-Ахтубинской пойме и дельте реки Волга, в силу геополитических, географических, природно-ресурсных, геоэкологических и других особенностей играет исключительное региональное и межрегиональное значение [2]. Самая большая речная дельта Европы принимает значительный объем загрязненных стоков с вышерасположенных крупных промышленных центров России, что ставит под угрозу богатейшее биоразнообразие территории. Поэтому оценка состояния поверхностных вод реки является актуальной задачей.

При написании данной работы использованы материалы гидрохимических исследований вод дельтовой части Нижней Волги в пределах Астраханской области на 2016–2018 гг., проведённых лабораторией мониторинга загрязнения поверхностных вод (ЛМЗПВ) Астраханского ЦГМС. Для обработки и обобщения гидрохимических данных и получения комплексной оценки степени загрязнённости изучаемых вод использовались алгоритмы расчёта коэффициента комплексности согласно РД 52.24.643-2002 [4].

В целом, воды Нижней Волги (ее дельтовой части) в пределах Астраханской области с 2016 по 2018 г. характеризовались однородностью среднегодовых значения коэффициента комплексности (37,2–42,5 %). Большее число определяемых ингредиентов являлись загрязняющими. Как правило, это были легко и трудно окисляемые органические вещества (по БПК и ХПК), нефтепродукты, фенолы, соединения железа, меди, цинка, никеля, ртути, молибдена, нитриты и сероводород с сульфидами. Качество вод реки Волга по основному руслу в 2016–2018 гг. оценивалось 4-м классом как «грязная», разряд «а». Загрязнение вод с течением времени мало изменилось [3].

Особый интерес представляют пять приоритетных загрязняющих вещества – это медь, цинк, фенолы, нефтепродукты и ртуть, которые уже на протяжении ряда лет занимают лидирующие позиции в списке региональных водных поллютантов. На рисунках 1–5 представлена динамика превышений ПДК этих веществ в дельтовой части р. Волги за период 2016–2018 гг.

Данные рисунка 1 свидетельствуют о том, что содержание соединений меди на всех пунктах превышало ПДК в два раза. Максимальные концентрации меди наблюдались в рукаве Ахтуба в 2017 г. (4,2 ПДК).

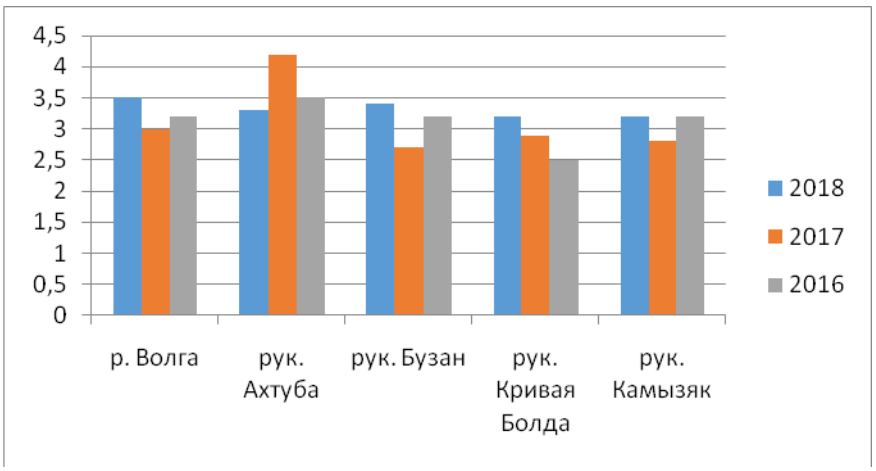


Рисунок 1 – Превышения ПДК меди в воде за период 2016–2018 гг.

Как видно из рисунка 2, содержание соединений цинка в большинстве створов также превышало ПДК в два раза, с минимумом в рукаве Бузан в 2016 г. (1,52 ПДК).

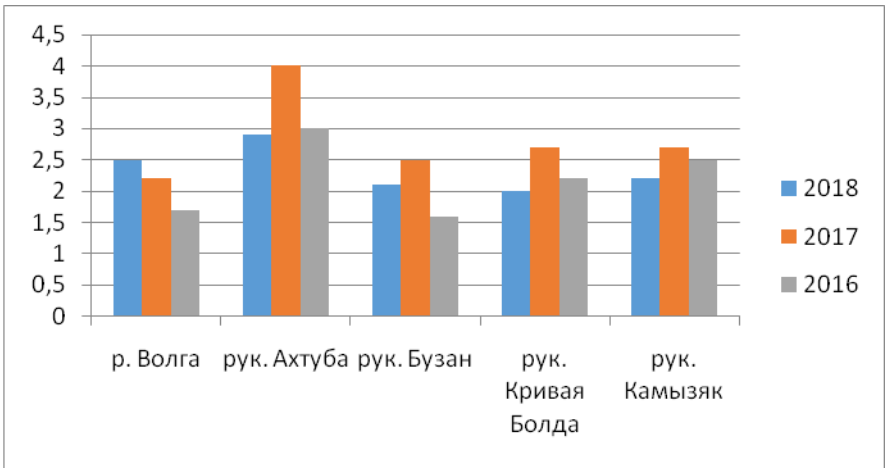


Рисунок 2 – Превышения ПДК цинка в воде за период 2016–2018 гг.

Превышение ПДК по ртути отмечалось на всех створах с максимумом в р. Ахтуба в 2016 (2,7 ПДК) и 2017 гг. (3,2 ПДК).

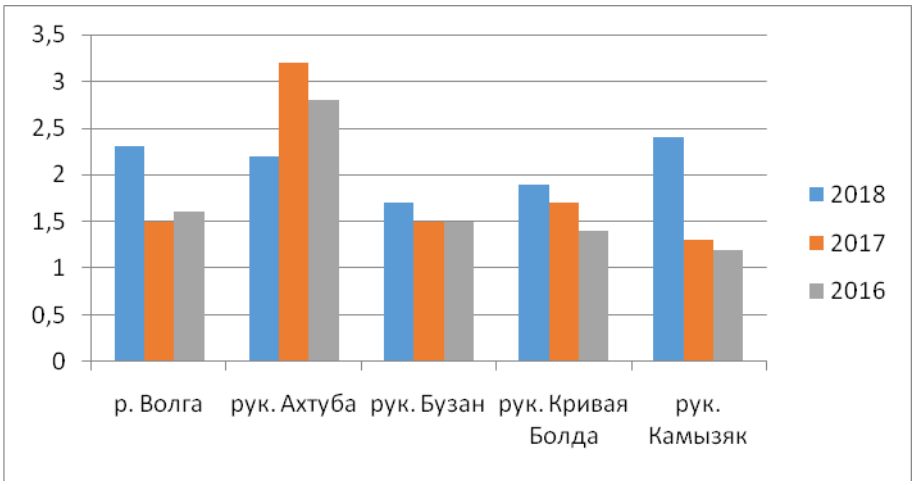


Рисунок 3 – Превышения ПДК ртути в воде за период 2016–2018 гг.

Максимальное содержание соединений фенола также наблюдалось в р. Ахтуба в 2017 г. (рисунок 4). В остальных створах значения находились в пределах 2ПДК при стабильной и устойчивой динамике исследуемого показателя.

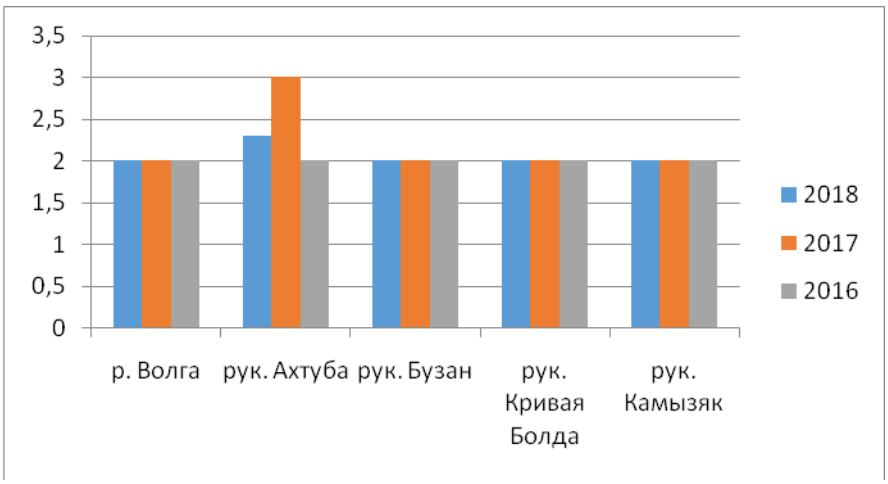


Рисунок 4 – Превышения ПДК фенола в воде за период 2016–2018 гг.

Существенное превышение содержания нефтепродуктов на всех пунктах отмечалось в 2016 и в 2017 гг. (рисунок 5). К 2018 г. ситуация заметно улучшилась.

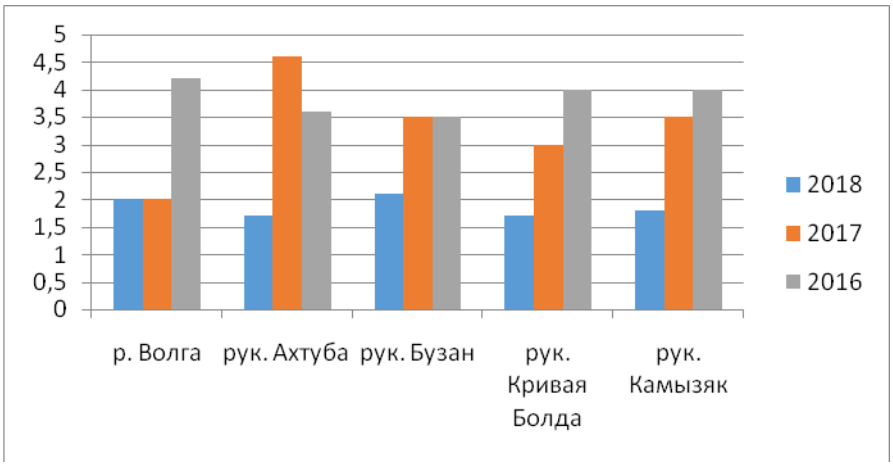


Рисунок 5 – Превышения ПДК нефтепродуктов в воде за период 2016–2018 гг.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что самые высокие показатели загрязнения воды зарегистрированы в рукаве Ахтуба, в особенности в 2017 г., что обусловлено несанкционированным сбросом сточных вод теплосетью под г. Волгоградом. В целом по всем створам р. Волги в границах Астраханской области качество воды по меди, цинку, фенолам, нефтепродуктам и ртути с 2016 по 2018 гг. остается неудовлетворительным. Большие надежды возлагаются на Федеральный проект «Оздоровление Волги», реализуемый с 2018 г., где первоочередным мероприятием является улучшения экологического благополучия рукава Ахтуба, прилегающей поймы и самой дельты Волги. Реализация данного проекта позволит обеспечить жителей Астраханской области качественной водой, будет способствовать восстановлению территориальных экосистем, а также развитию сельского и рыбного хозяйств региона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гурьева М. С. Проблемы состояния поверхностных водных ресурсов Астраханской области [Текст] // М. С. Гурьева, Л. А. Морозова // Географические науки и региональное образование: Материалы III регион. науч.-практ. семинара 25 марта 2010. – Астрахань: Изд. дом «Астраханский университет», 2010. – С. 115–120.

2. Гурьева М. С. Факторы, определяющие качество водных ресурсов г. Астрахани [Текст] // М. С. Гурьева, Л. А. Морозова // Водные ресурсы Волги: настоящее и будущее,

проблемы управления : Материалы Всерос. науч.-практ. конф. 3–5 октября 2007. – Астрахань : Изд. дом «Астраханский университет», 2007. – С. 179–181.

3. Доклад об экологической ситуации в Астраханской области в 2018 году. – НО АНО «Центр экологического образования населения Астраханской области», 2019. – С. 49–51.

4. РД 52.24.643-2002. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по водно-гидрохимическим показателям. –Ростов-на-Дону, 2002.

УДК 502.51

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВОДЕ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ РЕКИ КАРАГАЙЛЫ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Бускунова Гульсина Гильмановна, *кандидат биологических наук, Сибайский институт (филиал) ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»,* ***Россия,*** *г. Сибай, gulsina_busk@mail.ru*

Хасанова Резеда Фиргатовна, *доктор биологических наук, Сибайский филиал ГАНУ «Институт стратегических исследований Республики Башкортостан», Сибайский институт (филиал) ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»,* ***Россия,*** *г. Сибай, rezeda78@mail.ru*

Ильбулова Гульназ Ражаповна, *кандидат биологических наук, Сибайский филиал ГАНУ «Институт стратегических исследований Республики Башкортостан», Сибайский институт (филиал) ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»,* ***Россия,*** *г. Сибай, ilbulova@mail.ru*

Рафикова Юлия Самигулловна, *кандидат биологических наук, Сибайский филиал ГАНУ «Институт стратегических исследований Республики Башкортостан»,* ***Россия,*** *г. Сибай, ifaganu@mail.ru*

Приведены результаты изучения содержания тяжелых металлов (Cu, Zn, Fe, Mn, Ni, Cd, Pb, Co) в воде и донных отложениях р. Карагайлы в зоне техногенного воздействия. Представлена оценка уровня загрязнения донных отложений по индексу суммарного загрязнения. Установлено, что миграция металлов наиболее интенсивно происходит из воды в донные отложения.

Ключевые слова: техногенное загрязнение, поверхностные воды, тяжелые металлы, донные отложения, р. Карагайлы.

THE CONTENT OF HEAVY METALS IN THE WATER AND BOTTOM SEDIMENTS OF THE KARAGAILY RIVER UNDER CONDITIONS OF TECHNOGENIC POLLUTION

Buskunova G. G., Khasanova R. F., Ilbulova G. R., Rafikova Yu. S.

The results of studying the content of heavy metals (Cu, Zn, Fe, Mn, Ni, Cd, Pb, Co) in the water and bottom sediments of the Karagaily river in the zone of technogenic impact are presented. The estimation of the level of pollution of bottom sediments by the index of total pollution is presented. It was found that the migration of metals occurs very strongly from water to bottom sediments.

Keywords: technogenic pollution, surface waters, heavy metals, bottom sediments, Karagaily river.

Интенсивное развитие горнорудной промышленности в юго-восточном регионе Республики Башкортостан привело к значительному загрязнению водных экосистем. Сброс неочищенных или недостаточно очищенных шахтных, рудничных и подотвальных вод приводит к поступлению тяжелых металлов (ТМ) в поверхностные водоемы.

Город Сибай является одним из крупных промышленных центров горнорудного региона. Основным источником загрязнения городской среды являются градообразующее предприятие по добыче и обогащению медных руд – Сибайский филиал Учалинского горно-обогатительного комбината. В его состав входят рудные карьеры, подземные рудники, отвалы, хвостохранилища, обогатительная фабрика. На территории г. Сибай протекает река Ка-

рагайлы, которая используется для рыбохозяйственных целей, рекреации и хозяйственно-бытовых нужд населения. Она относится к Уральскому бассейновому округу и входит в водохозяйственный участок реки Урал. Длина 28 км, ширина реки в черте города 1–2 м, глубина 0,5 м.

Известно, что одним из основных источников повышенной концентрации металлов в воде р. Карагайлы являются естественный высокий геохимический фон. Однако значительное загрязнение реки происходит от предприятий города. Она протекает в зоне промышленных и коммунально-складских предприятий города, по всей ее длине расположены отвалы вскрышных (горных) пород Сибайского и Камаганского месторождений, граничащие с жилыми поселками. В реку сливаются также ливневые и городские стоки очистных сооружений с промышленных площадок обогатительной фабрики. Река проходит вдоль старого и нового хвостохранилищ и городской свалки бытовых отходов. Все это обуславливает опасность загрязнения прилегающих территорий и воды токсичными химическими элементами, в частности ТМ. Особую актуальность данные исследований для г. Сибай приобрели в последний год в связи с обращением населения г. Сибай по поводу сильного загрязнения воды реки до яркого красно-желтого цвета.

Целью исследования являлось изучение содержания ТМ в воде и донных отложениях (ДО) р. Карагайлы.

Исследования проводились в июне 2019 г. Пробы отбирались в пяти створах: I –южная и юго-восточная часть отвалов Сибайского карьера; II – ниже моста в районе Башкирского шахтопроходческого управления; III – ниже моста в микрорайоне Южный; IV – в районе хвостохранилищ; V – ниже хвостохранилища у пос. Калинино. В каждом створе были отобраны пробы воды и донных отложений согласно общепринятым методикам [1, 3]. Определение pH солевой вытяжки проводили потенциометрически [2]. ТМ определяли атомно-абсорбционным методом, подвижные формы извлекали ацетатно-аммонийным буфером с pH 4,8 [6]. Для оценки качества поверхностных вод использовали кратность превышения предельно-допустимых концентраций ТМ для водоемов рыбохозяйственного назначения (ПДКр/х). Для экологической оценки донных отложений (ДО) использовали кратность превышения предельно допустимых концентраций для подвижных форм (ПДК) ТМ для почвогрунтов, для железа фоновое содержание 4540 мг/кг [8]. Для оценки уровня химического загрязнения ДО применяли суммарный показатель загрязнения (Zc), рассчитывающийся по формуле: $Zc = \Sigma Кс–(n–1)$ где, Кс – коэффициент концентрации элемента, определяемый отношением его содержания в почве к фоновому или ПДК; n – число оцениваемых ингредиентов. Градация степени загрязнения ДО: $Zc \leq 10$ – слабая; $10 \leq Zc \leq 30$ – средняя; $30 \leq Zc \leq 100$ – высокая; $100 \leq Zc \geq 300$ – очень высокая; $Zc > 300$ – чрезвычайно высокая [9].

Одним из факторов, определяющих подвижность ТМ в почвах, является pH почвенных растворов. Большинство ТМ подвижны в кислой среде. При нейтрализации растворов они образуют нерастворимые соединения, а в щелочных условиях растворимость их опять возрастает [5]. Реакция среды изученных водных образцов преимущественно нейтральная или близкая к ней (6,8–7,4).

Анализ проб воды на содержание ТМ показал многократные превышения их концентраций по отношению к ПДКр/х. Наибольшее превышение ПДК (129–199 раз) по меди зафиксировано в ПП 1 и ПП 3, а в других створах реки превышение составило в 36–66 ПДК. Концентрация цинка в воде во всех створах многократно превышало ПДК – от 82 до 1073 раз, железа – от 4,6 до 31,0 раза, никеля – в 0,9–3,8 раза, марганца – от 27 до 401 ПДК. Исследованный участок р. Карагайлы характеризуется также повышенным содержанием кадмия (до 2,6 ПДК) и кобальта – от 1,6 и 5,4 ПДК. Превышение свинца в воде 1,5–2 ПДК выявлено в ПП 2–ПП 4.

Речная вода является динамичной средой. Наиболее информативной системой в характеристике уровня загрязнения экосистемы являются ДО и почвы речных пойм. В них происходит аккумуляция токсичных составляющих, в том числе и ТМ, на более или менее продолжительное время [4].

Результаты исследования содержания ТМ в ДО показали также многократные превышения значений ПДК: по меди от 26,3 (створ III) до 835,0 (II) ПДК, по цинку от 21,0 (III) до 146,1 (V), по железу от 1,5 (I) до 2,8 (II), по никелю от 1,0 (II) до 13,25 (IV), марганцу от 3,1 (II) до 6,3 (I), свинцу от 0,5 (I) до 8,2 (II), по кадмию от 7,6 (III) до 136,5 (V), по кобальту от

0,4 (III) до 0,9 (II). Оценка ДО по суммарному показателю Zc показала, что ДО створа III относятся к категории высокой степени загрязнения, створов I и V – очень высокой, створов II и IV – чрезвычайно высокой.

Для оценки миграционной способности ТМ, а также в качестве индикатора загрязнения водного объекта используют коэффициент донной аккумуляции (КДА) [7], равный отношению концентрации вещества в грунте к его концентрации в воде. Чем больше значение данного коэффициента, тем интенсивнее миграция металла из воды в ДО. Расчеты выявили, что значения КДА варьируют в широком диапазоне: для меди от 612,4 (створ III) до 69583,3 (II), для цинка от 81,9 (III) до 4102,6 (V), для железа от 4117,33 (II) до 14651,4 (I), для никеля от 113,1 (II) до 5888,9 (IV), для марганца от 108,5 (II) до 3280,9 (I), для свинца от 267,7 (III) до 81200 (V), для кадмия от 380 (III) до 27300 (V), для кобальта от 77 (III) до 210,5 (II). Наиболее низкие значения КДА характерны для створа III, расположенного ниже моста в микрорайоне Южный.

Таким образом, по результатам исследования установлено, что вода и ДО р. Карагайлы очень сильно загрязнены ТМ. Наблюдается превышение нормативов в воде и ДО по всем изученным металлам. Отмечены превышения ПДК в содержании ТМ в воде по меди (до 199 раз), по цинку (до 1073) и по марганцу (до 401), в ДО по меди (до 835,0), по цинку (до 146,1) и по кадмию (до 136,5). Оценка ДО по суммарному показателю Zc установила, что ДО р. Карагайлы относятся к категории высокой степени загрязнения, очень высокой и чрезвычайно высокой. Высокие значения КДА свидетельствует об интенсивной миграции ТМ из воды в ДО.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Республики Башкортостан в рамках научного проекта № 19-413-020003 р_а

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 17.1.5.04-81 «Охрана природы. Гидросфера. Приборы и устройства для отбора, первичной обработки и хранения проб природных вод. Общие технические условия»
2. ГОСТ 26483-85 «Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО»
3. ГОСТ Р 51592-2000 «Вода. Общие требования к отбору проб»
4. Кленкин А. А. Обоснование обобщающего показателя экологического состояния донных отложений / А. А. Кленкин, Л. Ф. Павленко, И. Г. Корпакова, З. А. Темердашев // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2007. – № 8. – Т. 73. – С. 11–14.
5. Косов В. И. Концентрации тяжелых металлов в донных отложениях Верхней Волги / В. И. Косов, Г. Н. Иванов, В. В. Левинский // Водные ресурсы. – 2001. – Т. 28. – № 4. – С. 448–453.
6. Методические указания «Определение массовой доли металлов в пробах почв и донных отложений. Методика выполнения измерений методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии». – СПб : Гидрометеоиздат, 2006. – 30 с.
7. Никаноров А. М. Хроническое загрязнение пресноводных объектов по данным пестицидов, нефтепродуктов и других токсичных веществ в донных отложениях / А. М. Никаноров, А. Г. Страдомская // Водные ресурсы. – 2007. – № 3. – С. 337–344.
8. Опекунов А. Ю. Влияние разработки Сибайского месторождения (Южный Урал) на трансформацию потока металлов в подчиненных ландшафтах / А. Ю. Опекунов, М. Г. Опекунова, В. В. Сомов, Е. С. Митрофанов, С. Ю. Кукушкин // Вестник Московского университета. – Серия 5. География. – № 1. – 2018. – С. 14–24.
9. Янин Е. П. Техногенные геохимические ассоциации в донных отложениях малых рек (состав, особенности, методы оценки) / Е. П. Янин. – М. : ИМГРЭ, 2002. – 52 с.

УДК 550.47

ИНДЕКС АККУМУЛЯЦИИ И БИОГЕОХИМИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ *ARTEMISIA AUSTRIACA* JACQ., ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ Г. СИБАЙ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Ильбулова Гульназ Ражаповна, *кандидат биологических наук, Сибайский филиал ГАНУ «Институт стратегических исследований Республики Башкортостан», Сибайский институт (филиал) ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»,* ***Россия, Республика Башкортостан,*** *г. Сибай, ilbulova@mail.ru*

Бускунова Гульсина Гильмановна, *кандидат биологических наук, Сибайский институт (филиал) ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»,* ***Россия, Республика Башкортостан,*** *г. Сибай, gulsina_busk@mail.ru*

Приведены результаты изучения содержания тяжелых металлов в почвах и в растениях *Artemisia austriaca* Jacq. в прибрежной зоне реки Камышлы-Узяк. Было установлено, что наиболее высокие концентрации в прибрежных почвах были выявлены по меди и цинку. По суммарному индексу загрязнения эти почвы относятся к категории допустимой и умеренно опасной. Расчеты индекса аккумуляции показали, что Cu, Zn, Fe, Ni являются элементами сильного, Pb и Mn – элементами слабого накопления. Биогеохимическая активность вида изменялась от 33,6 до 134,0.

Ключевые слова: тяжелые металлы, р. Камышлы-Узяк, *Artemisia austriaca* Jacq., суммарный индекс загрязнения, индекс аккумуляции, биогеохимическая активность, акропетальный коэффициент.

THE INDEX OF ACCUMULATION AND BIOGEOCHEMICAL ACTIVITY OF ARTEMISIA AUSTRIACA JACQ. GROWING IN THE CITY OF SIBAY, REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

Ilbulova G. R., Buskunova G. G.

The results of studying the content of heavy metals in soils and in *Artemisia austriaca* Jacq. are presented, growing in the coastal zone of the Kamyshly-Uzyak river. It was found that the highest concentrations in coastal soils were found for copper and zinc. According to the total pollution index, these soils are classified as acceptable and moderately dangerous. Calculations of the accumulation index showed that Cu, Zn, Fe, Ni are elements of strong accumulation, Pb and Mn are elements of weak accumulation. The biogeochemical activity of the species varied from 33.6 to 134.0.

Keywords: heavy metals, Kamyshly-Uzyak river, *Artemisia austriaca* Jacq., total pollution index, accumulation index, biogeochemical activity, acropetal coefficient.

Город Сибай является наиболее крупным населенным пунктом Зауралья Республики Башкортостан и одним из наиболее значимых промышленных, культурных и образовательных центров. Основным источником загрязнения окружающей среды г. Сибай является Сибайский филиал Учалинского горно-обогатительного комбината – градообразующее предприятие по добыче и обогащению медных руд, в состав которого входят карьеры, подземные рудники, отвалы, хвостохранилища и обогатительная фабрика.

На территории г. Сибай протекает река Камышлы-Узяк, которая является правобережным притоком реки Худолаз. Общая длина реки составляет 16 км, средняя ширина 3 м, средняя глубина 0,3 м. Многолетняя разработка Сибайского и Камаганского месторождений оказала негативное воздействие на состояние водного объекта территории. Водный режим реки нарушен строительством прудов, каналов и выпуском сточных вод, изменением естественного русла.

Деятельность горнорудного производства вызывает загрязнение почв тяжелыми металлами (ТМ). Исследование содержания ТМ в почвах и в растениях характеризуют эколого-геохимическое состояние региона, и данные могут быть использованы в качестве диагностического показателя.

Цель работы – изучение биогеохимических особенностей растений *Artemisia austriaca,* произрастающих в прибрежной зоне р. Камышлы-Узяк г. Сибай Республики Башкортостан.

Исследования проводились в июле 2019 г. на территории г. Сибай Республики Башкортостан в прибрежной зоне р. Камышлы-Узяк на 5 пробных площадках (ПП): ПП 1 располо-

жена в 700 м к востоку от Камаганского карьера; ПП 2 – под мостом по ул. Крупской 56а; ПП 3 – на северо-западном углу Парка культуры и отдыха им. М. Гафури; ПП 4 – в районе моста по ул. Мирной 88/2-1; ПП 5 – устье пруда в микрорайоне Дома рыбака. С каждой пробной площадки были отобраны образцы почв методом конверта в трех повторностях и по 30 растений *Artemisia austriaca.* ТМ определяли атомно-абсорбционным методом на аппарате Contr AA 300, подвижные формы извлекали ацетатно-аммонийным буфером с pH 4,8 (ААБ).

Для оценки актуальной интенсивности поглощения ТМ растениями использовали индекс аккумуляции (I_A), представляющий собой отношение концентрации ТМ в воздушно-сухой массе растений к концентрации подвижных форм в почве. Химические элементы, для которых $I_A > 1$, относятся к элементам сильного накопления, а для которых $I_A < 1$ – к элементам слабого накопления [4]. Для количественного выражения общей способности вида к концентрации ТМ рассчитывали биогеохимическую активность вида (БХА), представляющую собой суммарную величину, получающуюся при сложении I_A отдельных ТМ [1]. Для выявления особенностей распределения ТМ по органам растений был рассчитан акропетальный коэффициент (АК) как отношение содержания ТМ в корневой системе к содержанию его в надземной фитомассе [7].

Для экотоксикологической оценки почв использовали предельно допустимые концентрации (ПДК) ТМ для подвижных форм [2], для железа – фон [8]. Степень загрязнения почв ТМ оценивали с помщью индекса суммарного загрязнения (Zc) по формуле: $Zc = \Sigma Кс–(n–1)$, где Кс – коэффициент концентрации элемента, определяемый отношением его содержания в почве к фоновому (или ПДК подвижных форм); n – число оцениваемых ингредиентов [6]. Градация степени загрязнения для почв такова: при $Zc < 16$ загрязнение считается допустимым; при $16 < Zc < 32$ – умеренно опасным; при $32 < Zc < 128$ – высоко опасным; при $Zc > 128$ – чрезвычайно опасным [9].

Результаты исследований показали, что среднестатистические значения подвижных форм ТМ в почвах исследуемой территории не превышают ПДК, за исключением концентрации меди в 1,28 и цинка в 8,11 раз. По степени загрязнения (Zc) изученные почвы относятся к категории допустимой, исключением является почвы с ПП 2, (Zc = 18,35) которая, относится к категории умеренно опасной.

Высокие концентрации ТМ в растениях показывают неблагоприятную экологическую обстановку в регионе, так как растения поглощают загрязняющие вещества не только из воздуха (фолиарное загрязнение), но и из загрязненных почв. Содержание (мг/кг) меди в *A. austriaca* варьировало в пределах от 12,75 до 24,75; цинка – от 193,0 до 488,0; железа – от 768,0 до 5985,0; никеля – от 0,34 до 2,15; марганца – от 3,07 до 3,46; кадмия – от 0,02 до 0,31; кобальта – от 0,02 до 1,12 и свинца – ниже 0,02 мг/кг. Концентрации меди, марганца, свинца и никеля в надземных и подземных органах *A. austriaca*, кадмия и кобальта только в надземных органах не превышают максимально допустимый уровень для кормовых трав. В растениях Fe, Cu, Co, Cd накапливались по акропетальному типу (больше в подземных частях), Ni и Zn – по базипетальному типу (больше в надземных частях). Концентрации Mn и Pb в надземных и подземных частях вида распределились равномерно.

Расчеты индекса аккумуляции показали, что медь, цинк, железо, никель относятся к группе накапливающихся элементов (I_A от 1,1 до 26,5) (таблица 1). Исключение составляет Zn в ПП 2, где значение I_A составляет 0,7. Корневая система растения обладает высокой аккумуляционной способностью по отношению к Cd (АК варьирует от 6,25 до 15,50) и Co (АК варьирует от 24,0 до 56,0). БХА вида изменяется от 33,6 (ПП 2) до 134,0 (ПП 5).

Таким образом, проведенные исследования показали, что содержание тяжелых металлов в почвах прибрежной зоны р. Камышлы-Узяк не превышают значения ПДК, за исключением концентрации меди и цинка. По суммарному индексу почвы относятся к категориям допустимого и умеренно опасного загрязнения. *Artemisia austriaca* обладает повышенной способностью аккумулировать Cu, Zn, Fe, Ni, в особенности ее корневая система по отношению к Cd и Co.

Таблица 1 – Индекс аккумуляции и биогеохимическая активность *Artemisia austriaca* Jacq.

Название металла	Биогеохимические показатели	Пробные площадки				
		1	2	3	4	5
Медь	I_A н.ч.	4,3	3,5	4,6	4,5	4,8
	I_A п.ч.	6,9	3,5	5,5	5,4	5,8
	АК	1,6	1,0	1,2	1,2	1,2
Цинк	I_A н.ч.	5,1	0,7	2,5	3,4	2,1
	I_A п.ч.	2,6	0,7	1,7	2,1	1,9
	АК	0,5	0,9	0,6	0,6	0,9
Железо	I_A н.ч.	4,2	6,0	3,4	5,5	14,5
	I_A п.ч.	11,3	9,6	4,1	9,7	26,5
	АК	2,72	1,60	1,21	1,76	1,82
Никель	I_A н.ч.	7,0	4,1	5,5	7,6	6,0
	I_A п.ч.	2,4	1,1	2,8	4,3	5,6
	АК	0,3	0,2	0,5	0,5	0,9
Марганец	I_A н.ч.	1,1	0,9	1,0	1,0	1,0
	I_A п.ч.	1,1	0,9	1,0	1,0	1,0
	АК	1,0	0,9	0,9	1,0	1,0
Свинец	I_A н.ч.	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	I_A п.ч.	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	АК	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Кадмий	I_A н.ч.	0,1	0,1	1,0	1,0	1,0
	I_A п.ч.	0,1	0,4	11,0	15,5	13,5
	АК	1,0	6,2	11,0	15,5	13,5
Кобальт	I_A н.ч.	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
	I_A п.ч.	0,0	0,0	0,7	2,2	47,3
	АК	1,0	1,0	24,0	56,0	47,2
БХА		48,1	33,6	46,8	65,1	134,0

Примечание: I_A н.ч. – индекс аккумуляции в надземной части; I_A п.ч. - индекс аккумуляции в подземной части; АК – акропетальный коэффициент; БХА – биогеохимическая активность.

Работа подготовлена за счет финансового обеспечения выполнения государственного задания ГАНУ «Институт стратегических исследований Республики Башкортостан» на 2020 год (руководитель темы – Я. Т. Суюндуков).

ЛИТЕРАТУРА

1. Авессаломова И. А. Геохимические показатели при изучении ландшафтов / И. А. Авессаломова. – М. : МГУ, 1987. – 108 с.
2. ГН 2.1.7.2041-06 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве
3. Зайцев Г. Н. Методика биометрических расчетов. Математическая статистика в экспериментальной ботанике / Г. Н. Зайцев. – М. : Наука, 1973. – 424 с.
4. Ивлев А. М. Биогеохимия / А. М. Ивлев. – М. : Высшая школа, 1986. – 127 с.
5. Сабинин Д. А. Физиологические основы питания растений / Д. А. Сабинин. – М., 1955. – 512 с.
6. Сает Ю. Е. Геохимия окружающей среды / Ю. Е. Сает [и др.]. – М. : Недра, 1990. – 335 с.
7. Сибгатуллина М. Ш. Оценка биогеохимического состояния травянистых растений и почв Волжско-Камского заповедника / М. Ш. Сибгатуллина, А. Б. Александрова, Д. В. Иванов, В. С. Валиев // Ученые записки Казанского университета. – Т. 156. – Кн. 2. Естественные науки. – 2014. – С. 87–102.
8. Черников В. А. Агроэкология / В. А. Черников [и др.]. – М. : Колос, 2000. – 536 с.
9. Янин Е. П. Техногенные речные илы в зоне промышленного города (формирование, состав, геохимические особенности) / Е. П. Янин. – М. : ИМГРЭ, 2002. – 100 с.

УДК 574.522

ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ СВИНЦА НА БИОЦЕНОЗ АКТИВНОГО ИЛА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ГП «БРЕСТВОДОКАНАЛ»

Толкач Галина Владимировна, *Брестский государственный университет.а имени А. С. Пушкина,* ***Республика Беларусь,*** *Брест*

На состояние активного ила влияют многие факторы: например такие, как содержание кислорода в среде, а также тяжелых металлов (свинца). Содержание свинца в сточных водах ГП «Брестводоканал» не превышает ПДК (0,003 при ПДК 0,0140). Выявлено токсическое действие свинца на такие виды, как: *Opercularia coarctata, Rotaria citrine, Euplotes patella, Chlodonella cucullulus, Bodo ovatus, Trochilia minuta, Polytomella caeca.*

Ключевые слова: очистка сточных вод, биоценоз, активный ил, загрязнение тяжелыми металлами, свинец.

INFLUENCE OF CHANGES IN LEAD CONCENTRATION ON SPECIFIC COMPOSITION OF ACTIVE SLUDGE OF CLEANING STRUCTURES CITY ENTERPRISE "BRESTVODOKANAL"

Tolkach G. V.

The work of activated sludge is influenced by many factors: for example, such as the oxygen content in the medium, as well as the content of heavy metals (lead). The lead content in the wastewater of the state enterprise “Brestvodokanal” does not exceed the MPC (0.003 with MPC 0.0140). The toxic effect of lead on such species as: Opercularia coarctata, Rotaria citrine, Euplotes patella, Chlodonella cucullulus, Bodo ovatus, Trochilia minuta, Polytomella caeca.

Key words: wastewater treatment, activated sludge biocenosis, heavy metal pollution, lead.

В настоящее время одной из проблем крупных городов является образование отходов очистных сооружений. Большая часть воды после ее использования для хозяйственно-бытовых целей возвращается в реки в виде сточных вод, пройдя предварительную очистку. В городе Бресте очисткой сточных вод занимается государственное предприятие «Брестводоканал», после очистки воды поступают в Западный Буг, а затем – в бассейн Балтийского моря. На качество активного ила оказывает влияние множество факторов: температура, освещенность, водородный показатель, наличие тяжелых металлов, в том числе свинца. По имеющимся сведениям по данной теме, изучение влияния изменений концентрации свинца на видовой состав активного ила является актуальным вопросом.

***Цель*:** изучить влияние концентрации свинца на видовой состав биоты активного ила.

Методы исследования: гидробиологический, микроскопический, метод количественного учета. Гидробиологический метод анализа активного ила основан на определении видов и оценке физиологического состояния индикаторных организмов – показателей качества очистки. Микроскопический метод – это основной метод качественного и количественного анализа организмов активного ила. При микрокопировании активного ила определяют группы, виды или подвиды организмов. Метод количественного учета – количественное определение организмов активного ила. Спектрофотометрический метод используется для определения свинца с помощью прибора эмиссионного спектрофотометра iCAP 6200.

Результаты: Биоценоз активного ила характеризуется высоким видовым разнообразием. Микроорганизмы находятся в качественном и количественном непостоянстве. Доминирующими организмами активного ила ГП «Брестводоканал» и диапазоном их численности по 5-балльной шкале являются 38 видов организмов, доминирующими из которых являются *Aspidisca costata* (от 0 до 3 баллов), *Epistylis percatilis* (от 0 до 2 баллов), *Opercularia coarctata* (от 1 до 3 баллов), *Rotaria citrine* (от 0 до 5 баллов), *Centropyxis platystoma* (от 1 до 4 баллов), *Peranema trichophorum* (от 0 до 5 баллов), *Euplotes patella* (от 0 до 3 баллов), *Chlodonella cucullulus* (от 0 до 3 баллов), *Vorticella convallaria* (от 0 до 5 баллов), *Cepalodella sp.* (от 0 до 4 баллов), *Litonotus lamella* (от 0 до 5 баллов).

Также в активном иле выявлены микроорганизмы, которые встречаются лишь один-два раза за год в единичных экземплярах:

- *Bodo ovatus* (январь, май);
- *Trochilia minuta* (январь, апрель);
- *Polytomella caeca* (январь, март, май).

Свинец, наряду с другими тяжелыми металлами, даже в незначительных количествах способен оказывать негативное действие на функционирование и жизнеспособность активного ила. В результате увеличения концентрации свинца микроорганизмы не всегда могут справляться с повышенной нагрузкой загрязнителей, что может привести к их гибели, полной либо частичной. При разовом попадании свинца в сточные воды возникает стрессовая ситуация для микроорганизмов, а вот при периодическом поступлении токсиканта возрастает риск полной гибели организма.

Концентрация свинца в сточных водах в течение года не превышает ПДК. Максимальная концентрация свинца отмечена в ноябре (0,0065 мг/дм^3). Примерно на таком же уровне отмеченаконцентрация свинца в октябре и сентябре – 0,006325 и 0,0056 мг/дм^3 соответственно. Также высокие концентрации приходятся на июнь, июль, август, декабрь. Минимальная концентрация приходится на февраль (0,0005 мг/дм^3), затем март, январь, апрель. Таким образом, наибольшее количество свинца приходится на летне-осенний период: увеличение происходит с мая по ноябрь.

Численность *Aspidisca costata* в течение года колеблется в пределах 1–3 баллов. Максимальные численные значения наблюдаются в летний сезон – июль-август, минимальные – ноябрь-декабрь. Численность не меняется при изменении концентрации свинца, в активном иле встречается при слабой нагрузке. Вероятно, увеличение численности данного организма связано с высоким количеством кислорода в сточных водах в это время.

Численность *Epistylis percatilis* в течение года колеблется в значительных пределах, это в активном иле один из постоянных видов. Наибольшая численность (1–2 балла) данного микроорганизма приходится на октябрь-январь, единичные экземпляры встречаются в мае-июле. Зависимость численности организма зависит от содержания свинца в сточных водах. Когда условия ухудшаются (повышается концентрация свинца), эпистилисы втягивают и закрывают перистомы. Изменение численности данного микроорганизма изучено недостаточно и требует дальнейшего выяснения.

Численность *Opercularia coarctata* в течение года колеблется в пределах 2–3 баллов. Наименьшая численность данного микроорганизма приходится на осенний период, в остальные месяцы – примерно на одном уровне. В осенне-зимний период в сточных водах выявлена наибольшая концентрация свинца, возможно, поэтому численность данного организма осенью-зимой снижена.

В активном иле с высоким содержанием органических веществ обычная форма. *Rotaria citrina* в течение года встречается не часто. Экземпляры этого микроорганизма встречаются только в зимнее время года – с декабря по февраль в пределах 3–4 баллов. Видимо, данные организм предпочитает низкие температуры. Зависимость численности организма от содержания свинца не выявлена.

Численность раковинных амеб *Centropyxis platystoma, C. amella* изменяется в течение года без определенной динамики и колеблется в пределах 1–4 баллов. Максимальная численность отмечена в январе, июле, ноябре. Минимальная – в марте, апреле, мае, сентябре, октябре. Причины такого колебания численности организма не выявлены и требуют дальнейшего выяснения. В сентябре-октябре в сточных водах отмечено высокое содержание свинца, в это время *C. platystoma, C. amella* встречаются в минимальных количествах. Такая же численность данных организмов зафиксирована и с марта по май, однако, концентрация свинца в это время на минимуме. Таким образом, зависимость численности организма от содержания свинца не выявлена.

Численность *Peranema trichophorum* на протяжении года колеблется в пределах 3–4 баллов. Максимальное количество *P. trichophorum* отмечено в январе (5 баллов). В ноябре-декабре данного микроорганизма в составе активного ила зафиксировано не было, что, возможно, связано с повышением концентрации свинца в осенне-зимний период.

Численность *Euplotes patella* в течение года изменяется незакономерно. Отмечена лишь в январе и с марта по август. Максимальная численность отмечена в августе (4 балла).

Максимальная численность *Chlodonella cucullulus* отмечена в осенне-зимний период – с ноября по апрель. С мая по сентябрь экземпляры данного вида в активном иле не отмечены. Причины такого колебания не выявлены.

Численность *Vorticella convallaria* максимальна в мае, июле, декабре, минимальная – в апреле. В январе, феврале, июле *V. convallaria* в активном иле не обнаружены. Данный индикатор хорошо развивается в перегруженном иле, возможно, в месяца его наивысшей численности активный ил характеризовался как перегруженный. Зависимость численности организма от содержания свинца не выявлена, но при повышении концентрации свинца, численность *V. convallaria* не снижается. *V. convallaria* играет важную роль в биоценозе активного ила, снижая мутность стоков, разрыхляя ил, повышая эффективность водоочистки.

Численность *Cepalodella sp.* колеблется в пределах 0–4 баллов в течение всего года. Минимальная численность отмечена весенне-осенний период: март, апрель, сентябрь, октябрь *C sp*. Причины колебания не выявлены. Вероятно, влияет pH среды. Зависимость численности организма от содержания свинца не установлена.

Численность *Litonotus lamella* увеличивается с июля по декабрь. Максимальная численность отмечена в октябре, декабре (5 баллов). В июле, августе, сентябре, ноябре – 3 балла. С января по июнь не зафиксированны. Зависимость численности организма от содержания свинца не установлена.

На работу активного ила влияют многие факторы: например такие, как содержание кислорода в среде, а также содержание тяжелых металлов (свинца). Содержание свинца в сточных водах ГП «Бресводоканал» не превышает ПДК (0,003 при ПДК 0,0140). Выявлено токсическое действие свинца на такие виды, как *Opercularia coarctata, Rotaria citrine, Euplotes patella, Chlodonella cucullulus, Bodo ovatus, Trochilia minuta, Polytomella caeca.*

ЛИТЕРАТУРА

1. Kayser R. New German design for single activated sludge plants / R. Kayser // Water Science and Technology. – 2000. – Vol. 41. – № 9. – pp. 139 – 145.

2. Банина Н. Н. Простейшие в процессах биологической очистки сточных вод / Н. Н. Банина, К. Л. Суханова // Актуальные вопросы гидробиологии. – Л. : Промрыбзавод, 1984. – С. 13-23.

3. Биоценоз активного ила [электронный ресурс]. – Режим доступа : https://ru-ecology.info/post/100221503410005/ – Дата доступа: 12.12.2019

4. Воронов Ю. В. Водоотведение и очистка сточных вод / Ю. В. Воронов. – М, 2004. – 702 с.

5. Хенце М. Очистка сточных вод / М. Хенце, П. Армоэс, Й. Ля-КурЯнсен, Э. Арван. – М. : Мир, 2019 г. – 480 с.

6. Яковлев С. В. Очистка сточных вод : Учебник для вузов / С. В. Яковлев. – М., 2002. – 234 с.

7. Sokolsky A. F. The influence of abiotic factors on the biocenosis of active sludge treatment facility, 2 (2013) 121–125. 17.

8. Наливайко, Н. Г. Микробиология воды / Н. Г. Наливайко – М. : Изд-во ТПУ, 2011. – 139 с.

98. Влияние абиотических факторов на биоценоз активного ила [электронный ресурс]. – Режим доступа: http://xn--80aai1dk.xn--p1ai/files/documents/44-redaktor/nauka/izdaniya/nauch_potentsial/5/sokolskij.pdf – Дата доступа: 18.02.2019

УДК 631.67:255

ОЦЕНКА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ БАССЕЙНА РЕКИ АСА В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Аманбаева Балжан Шакировна, *НАО «Казахский Национальный Аграрный Университет», г. Алматы, проспект Абая 8,* ***Казахстан****, amanbaeva88@mail.ru*

Жапаркулова Ермеккуль Дукеновна, *кандидат сельскохозяйственных наук, профессор, НАО «Казахский Национальный Аграрный Университет», г. Алматы, проспект Абая 8,* ***Казахстан****, ermekull@mail.ru*

Набиоллина Мадина Сагиоллаевна, *кандидат сельскохозяйственных наук, ассоциированный профессор, НАО «Казахский Национальный Аграрный Университет», г. Алматы, проспект Абая 8,* ***Казахстан****, nabiollina_73@mail.ru*

В статье приведены данные, по оценке водных ресурсов реки Аса: водозабор и водоснабжение, формирование и залегание уровня грунтовых вод, состояние коллекторно-дренажных вод, минерализация. Изменение климата приводит к нехватке водных ресурсов для сельского хозяйства. Приведены методы и пути решения по утилизации водных ресурсов при изменении климата. Необходимо переходить и использовать ресурсосберегающие технологии в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: изменение климата, водные ресурсы, уровень грунтовых вод, коллекторно-дренажные воды, субиригация.

ASSESSMENT OF WATER RESOURCES OF THE ASA RIVER BASIN IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGE AND ECONOMIC ACTIVITY

Amanbayeva B. Sh., Zhaparkulova Y. D., Nabillina M. S.

The article presents a study assessing the water resources of the Asa River. Water intake and water supply, formation and occurrence of groundwater level, mineralization. Climate change leads to water scarcity due to climate change. It is necessary to transfer and use resource-saving technologies in agriculture.

Key words: climate change, water resources, groundwater lay, collector-drainage water, subbirigation.

В Послании народу Казахстана от 30.01.2017 г. Президент Республики Казахстан особо отметил необходимость технологической модернизации отраслей экономики. В связи с поставленной Правительством республики задачей была принята Государственная программа развития агропромышленного комплекса Республики Казахстан на 2017–2021 гг., направленная на решение актуальных проблем водного сектора экономики [1].

Причиной изменения климата являются динамические процессы на Земле, внешние воздействия, такие как колебания интенсивности солнечного излучения, и, с недавних пор, деятельность человека [2].

Изменение климата является самой острой проблемой, стоящей перед нашим поколением. Общая направленность человеческого развития в конечном итоге ориентирована на увеличение потенциала способностей человека и расширение его свободы. Изменение климата угрожает самой сути человеческих свобод и резко ограничивает возможность выбора. От того, как современный мир справится с климатическими изменениями, будут напрямую зависеть перспективы дальнейшего развития человечества. Неудача в решении этой проблемы обречёт 40 % беднейшего населения планеты – порядка 2.6 млрд человек – на будущее с прогрессивно уменьшающимися возможностями [6]. Порогом опасного климатического изменения считается увеличение температуры примерно на 2 ^{o}C [3].

Объемы водозабора, водоподачи на орошаемые земли и минерализация оросительных вод по результатам обобщения многолетних материалов Зонального гидрогеолого-мелиоративного центра, Южно-Казахстанской гидрогеолого-мелиоративной экспедиции показывают, что в настоящее время фактические объемы водозабора и водоподачи не обеспечивают потребности сельскохозяйственных культур необходимыми объемами воды. Средние показатели объемов водоподачи (таблица 1) на 1 га для орошаемых земель Жамбылской области составляли от 3561 до 5988 м^3/га.

Таблица 1 – Водозабор и водоподача в бассейне рек Аса-Талас

Наименование области	Год	Наличие орошаемых земель, тыс.га	Фактически полито, с учетом влагозарядки, тыс.га	Водопотребление на орошение		
				водозабор, млн м^3	водоподача	
					млн м^3	оросительная норма (брутто), м^3/га
Жамбылская (бассейн Аса-Талас)	2007	105,6	84,421	500,1	377,4	3574
	2008	105,6	86,358	565,5	468,3	4435
	2009	105,9	89,839	541,9	414,2	3913
	2010	105,9	90294	660,1	540,7	5988
	2011	105,9	93,854	656,1	467,1	4977
	2012	105,9	95,963	501,7	341,7	3561
	2013	106,0	93,046	565,5	390,8	4199
	среднее	106,0	90,539	505,8	428,6	4378
Коэффициент вариации, %				11,53	15,77	

Продуктивность орошаемых земель зависит не только от водообеспеченности орошаемых земель, но и качества оросительных вод. Результаты исследований показали, что минерализация рек Аса, Талас по течению возрастает. Например, в бассейне рек Аса – Талас минерализация оросительных вод ниже по течению в р. Терс (Жуалинский район) составляет 0,395, г/л, а в р Аса Айша-Биби (Жамбылский район) – 0,397 г/л, в районе Бирлесу-Енбек (Жамбылский район) – 0,527 г/л.

Анализ ионно-солевого состава оросительных вод показывает, что ухудшающим фактором качества оросительных вод является присутствие в их составе щелочных солей – Na_2CO_3 (нормальная сода) и $NaHCO_3$ (гидрокарбонат натрия). Эти соли обнаружены в реках Аса, Талас. Показатели качества воды по SAR (натриевое адсорбционное отношение), ОКН (остаточного карбоната натрия) изменяется в допустимых пределах (таблица 2) [4].

Таблица 2 – Показатели качества оросительных вод на различных ирригационных системах

Место отбора	Показатели							
	Минерализация (С), г/л	pH	по «остаточному карбонату натрия» (ОКН), мг-экв/л	по содержанию Mg^{2+}, %	по И.Н. Антипова-Каратаева и Г. М. Кадера	Соотношение Cl^- SO_4^{2-}	по натриево-адсорбционному отношению	
							SAR	SAR* (США)
с. Бесагаш, к. Аса – Талас	0,576	8,7	-1	40,0	1,60	0,26	1,90	7,14
р. Талас	0,396	8,75	-0,88	37,5	3,96	0,80	0,72	7,23

Дефицит оросительных вод и ухудшение эколого-мелиоративного состояния орошаемых земель предопределили снижение урожайности и у других сельскохозяйственных культур. Низкие показатели урожайности сельскохозяйственных культур отмечены и на орошаемых землях Жамбылской области.

Таким образом, результаты исследований показывают, что ирригационные системы всех южных областей Казахстана не обеспечены необходимыми объемами оросительных вод. Это приводит к нарушению режима и технологий орошения сельскохозяйственных культур и, соответственно, к снижению урожайности сельскохозяйственных культур. Кроме этого, большой объем потерь оросительных вод на инфильтрацию усилил деградационные процессы в корнеобитаемом слое почв и ухудшил эколого-мелиоративное состояние орошаемых земель. Следовательно, в сложившейся ситуации на орошаемых землях Казахстана для разработки ресурсосберегающих технологий управления водно-земельными ресурсами необходимо установить основные закономерности формирования режима грунтовых вод на ирригационных системах [5].

Высокой щелочностью характеризуется грунтовая вода бассейна рек Аса – Талас. Результаты обобщения материалов по минерализации грунтовых вод показывают, что их показатели меньше 3 г/л и изменяются в пределах 0,279–2,624 г/л. Изменение минерализации грунтовых вод в широких пределах предопределили высокую их вариабельность – 104,3%.

Использование грунтовых вод на орошение и субирригацию требует установления пределов, при которых сохраняется эколого-мелиоративная устойчивость орошаемых земель. Поэтому для установления экологический безопасных пределов использования грунтовых вод на орошение и субирригацию, используя существующие методы, проведена оценка на возможность засоление, осолонцевания и ощелачивания почв[6].

Грунтовые воды в бассейне рек Аса – Талас по общей минерализации (С) в Жамбылском районе относятся к пресным, хорошего качества; в Байзакском – пресным и среднесолоноватым, хорошего и слабоудовлетворительного качества.

Предложенные мероприятия по управлению водными ресурсами (поверхностными, грунтовыми) обеспечат сокращение технологических потерь оросительных вод (на испарение, фильтрацию, сброс), увеличение объемов использования грунтовых вод на субирригацию, уменьшение дренажно-сбросного стока; замедление скорости деградации почв при сокращениия фильтрационных потерь оросительных вод, междурядных обработок и прохождения почвообрабатывающей техники по сухим бороздам (при поливах через борозду). Это мероприятия обеспечат получение экономически приемлемых урожаев сельскохозяйственных культур при дефиците воды, повышение устойчивости развития орошаемого земледелия, снижение темпов загрязнения водных ресурсов, улучшение экологической обстановки в районах проживания сельского населения [7].

Исследования показали, что на орошаемых землях Жамбылской области минерализация грунтовых вод менее 1 г/л. Поэтому грунтовые воды в этой области на 90 % площадей орошаемых земель можно использовать на субирригацию. Показатели SAR изменяются в пределах 0,46–6,17, что меньше допустимого предела 10, однако в некоторых местах доходит до 18. Основным ограничивающим фактором использования грунтовых вод во всех областях является высокое содержание катиона магния, которое во многих местах превышает 50 %, что больше допустимого предела [8].

Обобщение результатов исследований показывает, что использование коллекторно-дренажных вод на орошения сельскохозяйственных культур требует установления темпов и направленности протекания почвенно-экологических процессов в корнеобитаемом слое почв. Результаты таких исследований позволяют установить оптимальные параметры технологии использования коллекторно-дренажных вод на орошение сельскохозяйственных культур [9].

ЛИТЕРАТУРА

1. Ақбасова А. Ж. Экологиялық энциклопедия / Ақбасова А. Ж., Жамалбеков Е. Y. және басқалар. –Алматы, 2007. – 303 с.

2. Годовой отчет Шу-Таласской бассейновой инспекции по регулированию использования и охране водных ресурсов. – Тараз, 2006. – 283 с.

3. Кадастр мелиоративного состояния орошаемых сельхозугодий Жамбылской области. – Тараз, 2007. – 24 с.

4. Джумадилов Д. Д. Эколого-мелиоративная оценка водно-земельных ресурсов на орошаемых экосистемах в бассейне р. Талас-Аса / Д. Д. Джумадилов, К. Ш. Кожанов, Р. К. Бекбаев // Индустриально-инновационное развитие – основа устойчивой экономики Казахстана : Материалы междунар. науч.-практ. конф. – Шымкент, 2006. – С. 357–360

5. Бекбаев Р. К. Почвенно-экологические процессы и методы их регулирования на орошаемых экосистемах Казахстана : дис. … докт. техн. наук / Р. К. Бекбаев. – Тараз, 2006. – 262 с.

6. Ибатуллин С. Р. Рекомендации по выбору приоритетных технических средств и технологических операций при реконструкции оросительных систем / С. Р. Ибатуллин, Р. К. Бекбаев, Ф. Ф. Вышпольский, У. К. Бекбаев. – Тараз, 2008. – 55 с.

7. Бекбаев Р. К. Нормативы затрат воды на орошение с учетом агроэкологических условий орошаемого поля, техники и технологии полива сельскохозяйственных культур / Р. К. Бекбаев, Е. Д. Жапаркулова, Р. А. Джайсамбекова. – Тараз, 2008. – 37 с.

8. Заключительный отчет по теме «Разработать ресурсосберегающие технологии орошения с использованием органических мелиорантов при адаптивно-ландшафтной системе

земледелия». (2006–2008 гг.). Ин 0208РК01625 Рн 0106РК01324 / Руководители Ф. Ф. Вышпольский, Р. К. Бекбаев, Е. Д. Жапаркулова. – Тараз, 2008.

9. Жапаркулова Е. Д. Аса-Талас өзендері алабындағы суғармалы жерлердің экологиялық жағдайы мен оларды сумен қамтамасыз ету мәселелері. / Е. Д. Жапаркулова, Р. А. Жайсамбекова // М.Х. Дулати атындағы «ТарМУ Жаршысы». – Тараз, 2010.– № 4. – С. 18–23.

УДК 504.4.054

ВЛИЯНИЕ ГОРОДСКИХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ НА СОДЕРЖАНИЕ АЗОТА В РЕКЕ МУХАВЕЦ

Басалай Екатерина Николаевна, *Государственное научное учреждения «Полесский аграрно-экологический институт Национальной академии наук Беларуси»,* ***Республика Беларусь****, г. Брест, basalaiekaterina@yandex.ru*

В статье проанализирована сезонная (внутригодовая) динамика концентраций нитратного, нитритного и аммонийного азота в р. Мухавец выше и ниже места сброса нормативно-очищенных сточных вод с городских очистных сооружений г. Кобрина в течение 2011–2018 гг.

Ключевые слова: городские очистные сооружения, поверхностный водный объект, динамика концентраций, азот аммонийный, азот нитритный, азот нитратный.

INFLUENCE OF URBAN TREATMENT FACILITIES ON NITROGEN COMPOUNDS IN THE MUKHAVETS RIVER

Basalai E. N.

The article analyzes the seasonal (out-of-year) dynamics of nitrate, nitrite and ammonium nitrogen concentrations in the Mukhavets river above and below the discharge point of normatively treated wastewater from urban treatment facilities of Kobrin during 2011–2018.

Keywords: urban sewage treatment facilities, surface water body, the dynamics of the concentrations of ammonium nitrogen, nitrite nitrogen, nitrate nitrogen.

Актуальной экологической проблемой Беларуси является поступление в водные объекты избыточных биогенных веществ. Результаты мониторинга поверхностных вод свидетельствуют об устойчивом характере их загрязнения в бассейне р. Западный Буг соединениями азота и фосфора [1, 4]. С целью изучения воздействия городских очистных сооружений на загрязнение поверхностных вод соединениями азота проанализировано влияние нормативно-очищенных сточных вод (НОСВ) городских очистных сооружений (ОС) г. Кобрина на состояние р. Мухавец – крупнейшего притока трансграничной р. Западный Буг и рыбохозяйственного водного объекта II категории.

В течение 2016–2019 гг. автором выполнен отбор проб воды из р. Мухавец выше и ниже ОС (400 м); химико-аналитические исследования выполнены в лаборатории Гидроэкологии и экотехнологий Полесского аграрно-экологического института НАН Беларуси, аккредитованной на соответствие требованиям СТБ ИСО/МЭК 17025-2007. Для сопоставлений использованы данные лаборатории канализации ОС г. Кобрина, Национальной системы мониторинга окружающей среды (НСМОС) и Национального статистического комитета Республики Беларусь (НСК) за 2011–2018 гг.

Аммонийный азот ($N\text{-}NH_4$) является продуктом разложения органических веществ. Высокие концентрации его в воде служат индикатором ухудшения санитарного состояния водного объекта и загрязнения вод [7]. Основными антропогенными источниками поступления $N\text{-}NH_4$ в водоемы являются сточные воды животноводческих предприятий, поверхностный сток с сельскохозяйственных угодий, коммунальные и производственные сточные воды, а также поверхностный сток с территории населенных пунктов.

В Республике Беларусь предельно допустимой концентрацией ($ПДК_{рыб.}$) $N\text{-}NH_4$ является 0,39 мгN/дм^3, экологически приемлемой с точки зрения защиты водных объектов от эв-

трофирования величиной (ЭПВ) – 0,39 мгN/дм^3 [3, 6]. Результаты НСМОС и НСК свидетельствуют об уменьшении содержания N-NH_4 в р. Мухавец в течение восьмилетнего периода в соответствии с [4] с 0,56 в 2011 г. до 0,28 мгN/дм^3 в 2018 г.; аналогичная тенденция к снижению содержания N-NH_4 – с 0,47 в 2011 г. до 0,36 мгN/дм^3 в 2018 г. – прослеживается и для р. Западный Буг.

В течение 2011–2018 гг. концентрация N-NH_4 в р. Мухавец как выше, так и ниже ОС г. Кобрина практически постоянно превышала ПДК и ЭПВ (до 17,8 раза выше ОС и до 8,2 раз ниже их). Лишь в октябре ниже сброса НОСВ концентрация N-NH_4 не превышала ПДК и ЭПВ (рисунок 1). Для рассматриваемого участка р. Мухавец с 2011 г. отмечена четкая закономерность в годовой динамике N-NH_4 как выше, так и ниже сброса НОСВ – максимальными значениями характеризуются февраль (1,12 выше и 1,06 мгN/дм^3 ниже ОС) и апрель (1,45 выше и 0,97 мгN/дм^3 ниже ОС), что связано с выносом соединений азота с поверхностным стоком с сельскохозяйственных угодий в половодье и минимальным – октябрь (0,39 выше и 0,38 мгN/дм^3 ниже), что связано с интенсивным окислением N-NH_4 и увеличением количества нитратов за счет протекания нитрификации (рисунок 1).

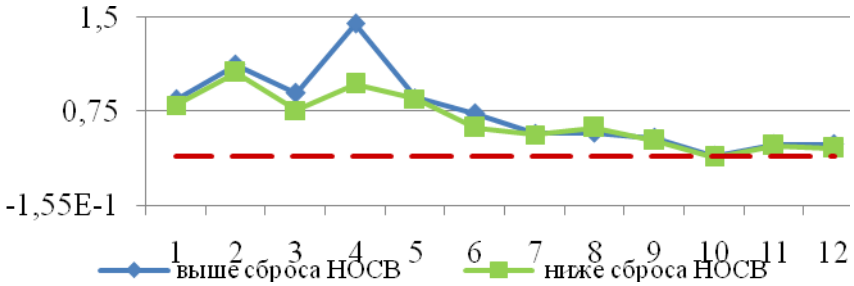


Рисунок 1 – Динамика среднемесячных концентраций азота аммонийного (мгN/дм^3) в воде р. Мухавец выше и ниже ОС г. Кобрина за 2011–2018 гг.

Таким образом, избыточное содержание N-NH_4 наблюдается в р. Мухавец во все гидрологические фазы как выше, так и ниже ОС г. Кобрина и свидетельствует о наличии постоянного «свежего» загрязнения водоема.

Азот нитратный (N-NO_3) является продуктом нитрификации N-NH_4 в аэробных условиях в незагрязненных водоемах. Основными антропогенными источниками N-NO_3 являются коммунальные и производственные сточные воды, поверхностный сток с территории населенных пунктов и с сельхозугодий, сточные воды животноводческих ферм [7].

Годовая динамика концентраций N-NO_3 имеет следующие особенности: минимальные его концентрации характерны для весенне-летнего периода, что связано с деятельностью денитрофицирующих организмов и фитопланктона; увеличение концентрации происходит осенью, а максимальное его содержание характерно для зимнего периода. Нарушение годовой динамики концентраций и амплитуда их колебаний свидетельствуют об эвтрофировании водного объекта. Установленной в Республике Беларусь $ПДК_{рыб.}$ N-NO_3 является 9,03 мгN/дм^3, ЭПВ – 1,20 мгN/дм^3 [3, 6]. Результаты НСМОС и НСК свидетельствуют об увеличении содержания N-NO_3 в р. Западный Буг с 1,23 в 2011 г. до 1,61 мгN/дм^3 в 2018 г.; в р. Мухавец концентрация N-NO_3 уменьшилась в течение девятилетнего периода с 0,92 до 0,86 мгN/дм^3.

В течение анализируемого периода концентрация N-NO_3 в р. Мухавец как выше, так и ниже ОС г. Кобрина не превышала величину ПДК и незначительно превысила величину ПДК в марте (рисунок 2). С мая по сентябрь концентрация N-NO_3 в р. Мухавец была минимальной (0,16–0,47 выше и 0,15–0,46 мгN/дм^3 ниже ОС) за счет потребления их организмами фитопланктона, бактериями и растениями, то есть протекания процессов денитрификации, что способствует самоочищению реки от N-NO_3.

С середины сентября содержание N-NO_3 постепенно увеличивается за счет протекания нитрификации, чему способствует отмирание и разложение фитопланктона и околоводной растительности. Максимальных концентраций N-NO_3 достигает в феврале-марте (0,99–1,25 мгN/дм^3 выше и 0,96–1,25 ниже ОС), что связано с отсутствием фитопланктона и выс-

шей водной растительности, которые являются потребителями $N\text{-}NO_3$. Процессы нитрификации в подлёдный период затруднены вследствие ухудшения кислородного режима [7].

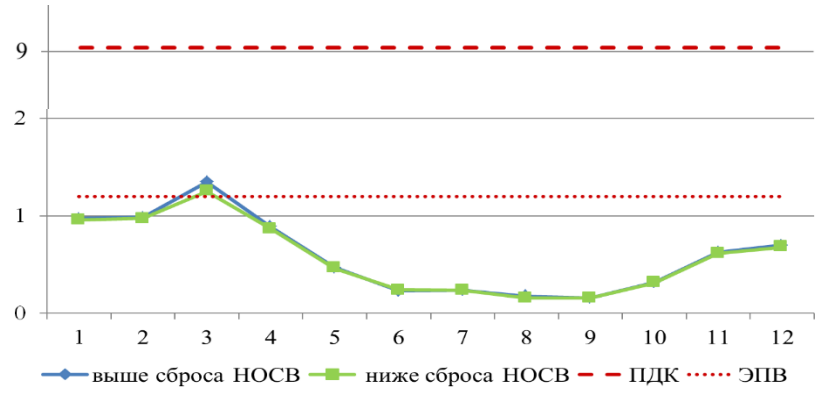


Рисунок 2 – Динамика среднемесячных концентраций азота нитратов (мгN/дм^3) в воде р. Мухавец выше и ниже ОС г. Кобрина за 2011–2018 гг.

Азот нитритный ($N\text{-}NO_2$) является промежуточным звеном в цепи процессов окисления аммония до нитратов либо восстановления нитратов до азота и аммиака [7]. Нитриты присутствуют в воде в меньшем количестве, чем нитраты, и повышенное их содержание является важным санитарным показателем и указывает на загрязнение водного объекта [2].

Особенностями годовой динамики $N\text{-}NO_2$ является его отсутствие зимой и появление весной при разложении органического вещества; максимальные концентрации $N\text{-}NO_2$ для окончания летнего периода, что связано с активностью фитопланктона [5]. Установленной в Республике Беларусь $ПДК_{рыб.}$ $N\text{-}NO_2$ является 0,024 мгN/дм^3, ЭПВ – 0,020 мгN/дм^3 [3, 6].

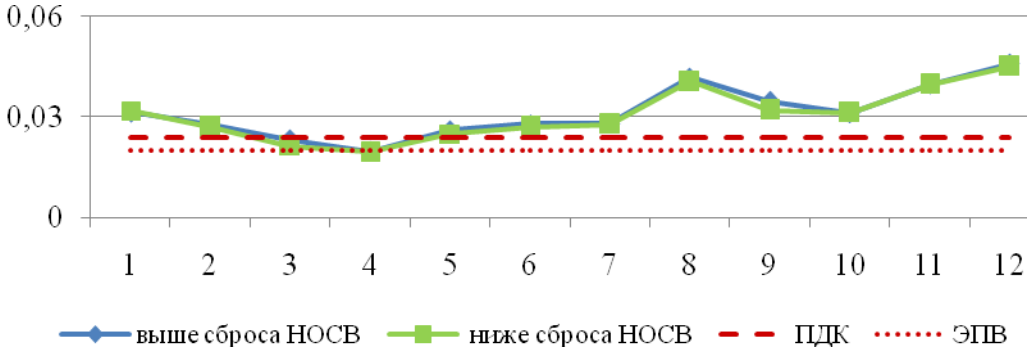


Рисунок 3 – Динамика среднемесячных концентраций азота нитритов (мгN/дм^3) в воде р. Мухавец выше и ниже ОС за 2011–2018 гг.

Анализ рисунка 3 свидетельствует о наличии четкой закономерности в годовой динамике $N\text{-}NO_2$ как выше, так и ниже сброса НОСВ – максимальными значениями характеризуются декабрь (0,046 и 0,045 мгN/дм^3 выше и ниже ОС соответственно), август и ноябрь, что связано с интенсификацией окислительных процессов, минимальным – апрель (0,020 мгN/дм^3 выше и ниже ОС), что связано с нитрификацией и увеличением количества $N\text{-}NO_3$ (см. рисунок 3). Таким образом, избыточное содержание $N\text{-}NO_2$ наблюдается во все гидрологические фазы как выше, так и ниже ОС г. Кобрина, что свидетельствует о протекании окислительных процессов в результате активной деятельности микроорганизмов, указывает на усиление процессов разложения органических веществ в условиях более медленного окисления нитритов в нитраты и является критерием наличия постоянного и «свежего» загрязнения водоема.

Заключение. Несмотря на снижение концентрации $N\text{-}NH_4$ и $N\text{-}NO_3$ в р. Мухавец в целом [1], для её участка близ г. Кобрина характерна неблагоприятная ситуация по данным показателям – в течение 2011–2019 гг. концентрация соединений азота в речной воде как выше,

так и ниже места сброса НОСВ превышала ПДК и ЭПВ, что свидетельствует о наличии проблемы загрязнения и эвтрофировании речных вод и существовании антропогенных источников азота выше по течению реки.

Работа выполнена при поддержке БРФФИ (проект Х18М-122, ГР 20181602).

ЛИТЕРАТУРА

1 Петин А. Н. Анализ и оценка качества поверхностных вод / А. Н. Петин, М. Г. Лебедева, О. В. Крымская. – Белгород : Изд-во БелГУ, 2006. – 252 с.

2. Оксиюк О. П. Экологические нормативы качества воды для р. Россь / О. П. Оксиюк, В. Н. Жукинский // Гидробиологический журнал. – 1999. – Т. 35. – № 6. – С. 16–22.

3. Селицкая В. В. Разработка показателя качества поверхностных вод по биогенным веществам / В. В. Селицкая, Е. В. Санец // Природопользование : сб. науч. тр. / Ин-т природопользования НАН Беларуси ; редкол.: А. К. Карабанов (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2015. – Вып. 27. – С. 77–84.

4. Соловьева Ю. А. Особенности сезонной динамики растворенных форм азота в малых и средних реках Центрального Черноземья / Ю. А. Соловьева, М. В. Кумани // Вода: химия и экология. – 2013. – № 3 (57). – С. 17–22.

5. Овчинникова С. И. Основные тенденции изменения гидрохимических показателей водной системы Кольского залива (2000–2011 годы) / С. И. Овчинникова, Т. А. Широкая, О. И. Пашкина // Вестник Мурманского государственного технического университета. – 2012. – Т. 15. – № 3. – С. 544–550.

6. Охрана окружающей среды в Республике Беларусь : статистический сборник [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.belstat.gov.by/upload/iblock/966/96612b440315a66a33f44632486 cc959.pdf. – Дата доступа 18.01.2020 г.

7. Главный информационно-аналитический центр Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.nsmos.by/content/174.html. – Дата доступа: 17.01.2020 г.

УДК 556.535:502.51

ОЦЕНКА АСИНХРОННОСТИ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

Волчек Александр Александрович, *доктор географических наук, профессор, УО «Брестский государственный технический университет»,* ***Беларусь****, г. Брест, volchak@tut.by*

Таратенкова Майя Александровна, *УО «Брестский государственный технический университет»,* ***Беларусь****, г. Брест, taratenkava@mail.ru*

В статье исследована асинхронность гидрохимических параметров речных вод таких, как БПК$_5$, взвешенные вещества, растворенный кислород, общая минерализация, pH, ХПК на примере реки Мухавец. Так же определены статистические параметры распределения рассматриваемых показателей гидрохимического режима.

Ключевые слова: речные воды, гидрохимический режим, показатели качества, коэффициент асинхронности.

ASSESSMENT OF ASYNCHRONOUS HYDROCHEMICAL PARAMETERS

Volchak A. A., Taratsenkava M. A.

The article investigates the asynchrony of the hydrochemical parameters of river waters such as BOC$_5$, suspended solids, dissolved oxygen, total mineralization, pH, COD using the example of the Mukhavets River. The statistical parameters of the distribution of the considered indicators of the hydrochemical regime are also determined.

Keywords: river water, hydrochemical regime, quality indicators, asynchrony coefficient.

Введение. Увеличение темпов развития материального производства не может не сказаться на окружающей среде, в частности на водных ресурсах. Оценка экологической обста-

новки необходима для дальнейшего гармоничного развития человека и природы. Одной из важных задач в оценке гидрохимического режима является их пространственно-временное объединение. Дело в том, что гидрохимические показатели проявляются не всегда синхронно. Поэтому при количественной оценке того или иного параметра по территории необходимо учитывать степень асинхронности (синхронности) их формирования. Для решения поставленной задачи широко используются статистические методы [4, 5].

Целью данной работа является исследование синхронности гидрохимических параметров на примере реки Мухавец.

Исходные данные и методы исследований. В качестве объекта исследования выбрана р. Мухавец, которая является типичной рекой Полесья. Рабочими створами являлись 1,7 км ниже г. Кобрин и 0,8 км выше г. Брест, расстояние между которыми около 50 км. Анализировались временные ряды по гидрохимическим показателям: взвешенные вещества, $БПК_5$, растворенный кислород, общая минерализация, pH, ХПК. Для анализа использованы среднемесячные гидрохимические показатели в период с января 2013 по апрель 2019 г. Определены следующие стандартные характеристики: среднее значение гидрохимического элемента, максимальное и минимальное его значение, коэффициенты вариации (C_v) и асимметрии (C_s), а также дисперсия временных рядов (σ), которые определялись стандартными методами [6].

Эффект асинхронности гидрохимических величин оценивался с помощью метода, разработанного Н. В. Сомовым [4, 5]. В основу методики положено определение эффекта асинхронности по совмещенным кривым обеспеченности суммарных хронологического и равнообеспеченного рядов гидрометеорологических величин.

При построении кривых обеспеченности суммарного равнообеспеченного ряда гидрохимические параметры располагаются в убывающем порядке и суммируются, затем, в зависимости от места, занимаемого каждым членом такого суммарного убывающего ряда, ему присваивается соответствующая обеспеченность.

При построении кривой обеспеченности суммарного хронологического ряда суммирование модульных коэффициентов гидрохимических показателей производится за соответствующие годы в хронологическом порядке, затем выполняется ранжирование ряда в убывающем порядке. В качестве количественного показателя степени асинхронности гидрохимических показателей используется отношение:

$$K_{ac} = \frac{\sum_{j=1}^{K} K_{j\ xp}(P)}{\sum_{j=1}^{K} K_{j\ рб}(P)}, \qquad (1)$$

где $\sum_{j=1}^{K} K_{j\ xp}(P)$ – сумма хронологических ранжированных модульных коэффициентов гидрохимического показателя;

$\sum_{j=1}^{K} K_{j\ рб}(P)$ – сумма равнообеспеченных ранжированных модульных коэффициентов;

K – количество створов.

Полученные результаты и их обсуждение. Формирование гидрохимического режима сложный и многокомпонентный процесс. В настоящее время не последнее место отводится факторам техногенного происхождения. Водосбор р. Мухавец также не является исключением. В работе [1] исследован гидрохимический режим реки, а также найдены закономерности между такими параметрами, как общая минерализация и удельная электропроводность от расхода. По результатам исследования [2, 3] выявлено, что распределение плотности вероятностей некоторых показателей качества воды, подчиняются двухпараметрическому логнормальному закону.

Продолжая исследования гидрохимического режима статистическими методами, целесообразно определить ряд статистических параметров временных рядов гидрохимических показателей. Все определяемые параметры сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Статистические параметры гидрохимических показателей р. Мухавец

Показатель	1,7 км ниже г. Кобрин						0,8 км выше г. Брест					
	ср.	min	max	C_v	C_s	σ	ср.	min	max	C_v	C_s	σ
Взвешенные вещества, мг/дм^3	9,6	3,2	22,6	0,45	0,73	18,9	8,1	3,2	21,0	0,42	1,08	11,5
БПК$_5$, мгО$_2$/дм^3	2,32	1,13	4,47	0,24	0,99	0,30	1,87	1,13	3,18	0,23	0,78	0,19
Растворенный кислород, мгО$_2$/дм^3	8,2	4,2	12,8	0,27	0,02	5,0	8,6	4,9	12,6	0,21	0,14	3,1
Общая минерализация, мг/дм^3	354	285	533	0,11	1,64	1530	338	238	419	0,10	-0,27	1103
pH	7,7	7,1	8,7	0,04	0,87	0,08	7,7	7,3	8,3	0,03	0,25	0,05
ХПК	47,0	28,5	60,6	0,13	-0,45	38,2	45,0	25,9	83,0	0,17	1,24	61,4

Исходя из данных таблицы 1, можно сделать вывод об особенностях распределения некоторых показателей гидрохимического режима речной воды. Амплитуда колебаний среди рассматриваемых гидрохимических показателей незначительно варьирует между створами, исключение составляют показатели общей минерализации и ХПК. Коэффициенты вариации также незначительно изменяется на сравниваемых створах. Так, например, на обоих створах для показателя pH степень рассеивания незначительная и составляет 4 и 3 %. Параметр общей минерализации находится на пороговом значении между незначительной и средней значимостью. Степень рассеивания является значительной для параметров БПК$_5$ и растворенный кислород. В отличие от других статистических параметров, коэффициент асимметрии различен между створами. Но если у показателей качества БПК$_5$, растворенный кислород, pH и взвешенные вещества асимметрия распределения носит односторонний характер, то у показателей общая минерализация и ХПК – разносторонний. Что касается дисперсии данных гидрохимических показателей, то и здесь наблюдаются различия между створами.

Графики зависимости коэффициентов асинхронности от обеспеченности приведены на рисунках 1–2.

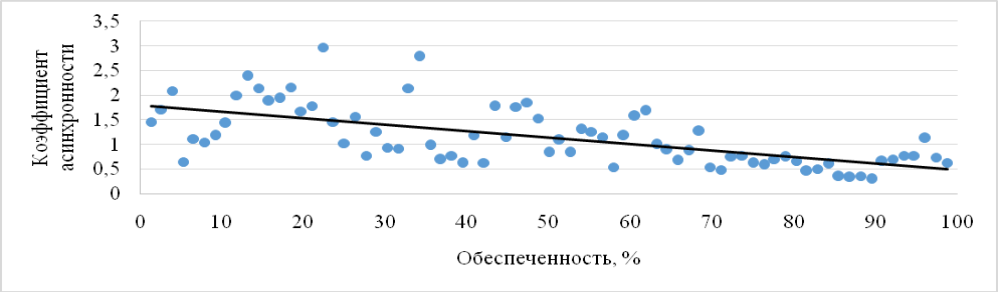


Рисунок 1 – Зависимость коэффициентов асинхронности от обеспеченности взвешенных веществ

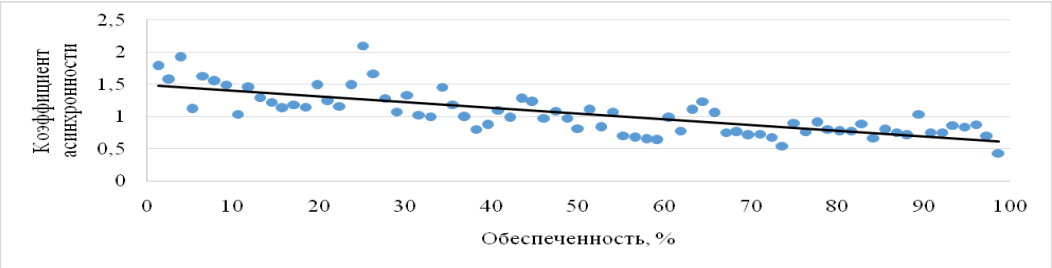


Рисунок 2 – Зависимость коэффициентов асинхронности БПК$_5$.

Изменения значений коэффициентов асинхронности от обеспеченности в первом приближении можно аппроксимировать линейными моделями, параметры которых приведены в таблице 2.

Все коэффициенты корреляции рассматриваемых параметров находятся в диапазоне от –0,63 до –0,84. Проверка значимости корреляции по критерию Стьюдента выявила взаимосвязь рассматриваемых параметров.

Таблица 2 – Значения коэффициентов корреляции

Показатель	Параметр модели	Коэффициенты	
		регрессии	корреляции
Взвешенные вещества	y = -0.0132x + 1.8022	-0,0132	-0,63
$БПК_5$	y = -0.0089x + 1.4875	-0,0089	-0,77
Растворенный кислород	y = -0.0096x + 1.5344	-0,0096	-0,70
Общая минерализация	y = -0.0046x + 1.2383	-0,0046	-0,84
pH	y = -0.0012x + 1.0618	-0,0012	-0,68
ХПК	y = -0.0058x + 1.3145	-0,0058	-0,77

Заключение. Полученные статистические параметры свидетельствуют об имеющейся некоторой асинхронности в формировании гидрохимического режима даже на незначительных расстояниях, зависящая как от природных факторов, так и от антропогенных воздействий. Выявленный эффект необходимо учитывать при оценке пространственной структуры того или иного гидрохимического параметра.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волчек А. А. Характеристика качества поверхностных вод Брестской области / А. А. Волчек, М. А. Таратенкова // Материалы междунар. конф. посвященной 145-летию УП «Минскводоканал» в двух частях. Часть 2. – Минск, 2019. – С. 32–36.
2. Волчек А. А. Статистическое моделирование изменения макроионного состава рек на примере реки Мухавец / А. А. Волчек, М. А. Таратенкова // Актуальные проблемы наук о Земле исследования трансграничных регионов: Сб. материалов IV Междунар. науч.-практ. конф., приуроченной к 1000-летию города Бреста: в двух частях. Часть 2. – Брест : БрГУ ,2019 г. – С. 6–10.
3. Волчек А. А. Моделирование гидрохимических показателей качества реки Мухавец // А. А. Волчек М. А. Таратенкова / Перспективные методы очистки природных и сточных вод: Сб. материалов регион. науч.-практ. конф., приуроченной к 50-летию кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов. – Брест : БрГТУ, 2019. – С. 18–23.
4. Сомов Н. В. Асинхронность и цикличность колебаний стока рек СССР/ Н. В. Сомов // Тр. ЦИП. –1963. – Вып. 117. – С. 180–214
5. Сомов Н. В. Асинхронность колебаний стока крупных рек СССР / Н. В. Сомов // Метеорология и гидрология. – 1963. – № 5. – С. 14–21.
6. Статистические методы в природопользовании : учебное пособие для студентов высших учебных заведений / В. Е. Валуев, А. А. Волчек, П. С. Пойта, П. В. Шведовский. – Брест : Изд-во Брестского политехнического института, 1999. – 252 с.

УДК 711.455

О СОВРЕМЕННЫХ ПРОБЛЕМАХ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА КАВКАЗСКИХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОДАХ

Смагин Роман Евгеньевич, *кандидат географических наук, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»,* ***Россия****, г. Санкт-Петербург, rsmagin@yandex.ru*

Опекунов Анатолий Юрьевич, *доктор геолого-минералогических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»,* ***Россия****, г. Санкт-Петербург, a_opekunov@mail.ru*

Обсуждаются современные проблемы природопользования в особо охраняемом эколого-курортном регионе Российской Федерации – Кавказских Минеральных Водах (КМВ). Современное состояние и динамика ландшафтов территории КМВ, подверженных антропогенной нагрузке, предъявляют особые требования к системе экологического мониторинга и управлению сложнейшим регионом. Предложен комплекс альтернативных мероприятий в целях сохранения группы курортов Кавказских Минеральных Вод, имеющих государственное значение.

Ключевые слова: минеральные воды, горы-лакколиты, особо охраняемый курортный регион, экологическая ёмкость ландшафта, Кавминводы (КМВ).

ABOUT MODERN ENVIRONMENTAL PROBLEMS IN THE CAUCASIAN MINERAL WATERS REGION

Smagin R. E., Opekunov A. Y.

The modern problems of environmental management in specially secured ecological-resort region of Russian Federation - Caucasian Mineral Waters (CMW) are discussed. The current state and dynamics of landscapes of this territory subject to anthropogenic loading impose special requirements to the system of environmental monitoring and management of the more difficult region. The complex of alternative actions for preserving of this resort group is offered.

Key words: mineral waters, mountains laccoliths, specially secured resort region, ecological capacity of landscape, Caucasian Mineral Waters (CMW).

Кавказские Минеральные Воды (Кавминводы, КМВ) – уникальный по богатству природных ресурсов географо-экологический район России, группа курортов федерального значения на юге Европейской части страны, особо охраняемый эколого-курортный регион РФ. Территория Кавминвод, созданная в соответствии с Указом Президента РФ № 309 от 27.03.1992 и закреплённая Постановлением Правительства РФ № 462 от 06.07.1992, совпадает с границей округа горно-санитарной охраны (ГСО), расположена в трёх субъектах Российской Федерации: Ставропольском крае (с городами-курортами Ессентуки, Железноводск, Кисловодск, Пятигорск), Карачаево-Черкесии и Кабардино-Балкарии. Вся площадь региона составляет 5243 км^2.

Регион КМВ выгодно отличается от известных мировых бальнеологических курортов уникальностью физико-географических условий (нигде более не встречающаяся на Земле компактная группа гор-лакколитов, непосредственно участвующих в формировании богатого разнообразия типов минеральных вод, ландшафты и микроклимат условий среднегорья), размещением и комплексностью лечебно-оздоровительных факторов (минеральные воды, лечебные грязи, целебный воздух). КМВ находятся в пределах смыкания Ставропольской возвышенности и северных склонов и предгорий Большого Кавказа. Эта территория со всех сторон окаймлена цепью разломов, с которыми связано происхождение своеобразных горлакколитов (Бештау, Машук, Змейка и др.). Выше из всех курортных городов расположен Кисловодск (в диапазоне высот от 817 до 1063 м), остальные курорты находятся примерно на одних высотах (от 500 до 650 м).

Формирование большого разнообразия состава минеральных вод протекает при участии процессов выщелачивания вмещающих пород, катионного обмена и смешения вод различного генезиса [4]. Общий дебит гидроминеральных месторождений составляет более 14 тыс. м^3/сут, из которых 7.9 тыс. м^3/сут – питьевого назначения и 7.5 тыс. м^3/сут – предназначены для бальнеологических целей. Однако за последние десятилетия, наряду с ростом промышленного розлива, произошло сильное снижение (в 4–5 раз) добычи минеральной воды для лечебных процедур (ванн), Ранее на розлив направлялось не более 6–8 % ресурсов минеральных вод, а остальное шло на бальнеологическое лечение [6]. Как показывает двухвековая практика, эффективность пребывания на курорте напрямую зависит от количества процедур с природными минеральными водами и грязями [5].

В течение последних десятилетий происходило неоднократное изменение территориального устройства курортного региона. Так, в 1930-е гг., города КМВ стали центрами так называемых «горрайонов», в которых главной экономической задачей было развитие сельского хозяйства и местной промышленности, а курортному делу отводилась второстепенная роль. Существенным переменам были подвергнуты некогда первозданные природные экосистемы. Большие площади (до 76 %) были введены в сельскохозяйственный оборот, развилась транспортная система. К 1985 г. КМВ производил около 30 % от валового внутреннего продукта Ставропольского края, в том числе и за счёт производств некурортной сферы. Всё это явилось причиной многочисленных противоречий экологического характера, разрешение которых затруднялось существовавшей тогда программой экономического развития региона. Однако в генеральных планах городов КМВ (1962–1970 гг.) и «Проектах районной планировки группы курортов Кавказских Минеральных Вод» (1987–1990 гг.) было чётко оговорено целенаправленное курортно-рекреационное развитие, а главное – определены конечные

границы (пределы расширения) земель населённых пунктов. В соответствии с решениями – выездной сессии научного совета АН СССР по проблемам биосферы (Кисловодск, 1979 г.), результатами исследований Кавказской территориальной рекреационной системы и проектом «Территориальная комплексная схема охраны природы КМВ» (ТерКСОП КМВ), разработанным Государственным институтом проектирования городов («ГИПРОГОР», 1991 г.) – функционально-режимная структура региона предполагает выделение трёх эколого-градостроительных подрайонов, с режимами жёстко ограниченного, ограниченного и регламентированного природопользования. При этом явно видна необходимость ограничения роста городов в силу недостатка природных ресурсов региона. Например, водоснабжение на Кавминводах, в силу низкой обводнённости ландшафта, всегда было острейшей проблемой. С учётом тенденции к укрупнению путём объединения и слияния отдельных населённых пунктов, а также урбанистических оценок во второй половине XX в. была установлена предельная численность населения на КМВ – 500 тыс. человек [2].

Противоречия между экологией среды и хозяйственной деятельностью, охватившей территорию КМВ, могут воспрепятствовать устойчивому развитию региона и его рекреационно-функциональной направленности. К началу 90-х годов в пределах округа санитарной охраны курортов КМВ работало множество промышленных и хозяйственных предприятий, зачастую не связанных с основным (лечебно-курортным) назначением региона. За период рыночной трансформации структура использования минеральной воды существенно изменилась: с 1989 по 2008 гг. удельный вес воды, используемой в лечебных целях, уменьшился с 93.8 % до 55.7 %. Соответственно рост объёмов воды для промышленного розлива изменился с 6.2 % до 44.3%; в 2008 г. добыча воды для коммерческих целей достигла 428 тыс. м^3 [6].

Таким образом, к настоящему времени сформировался целый комплекс проблем, не только препятствующих развитию КМВ, но и нарушающих основы дальнейшего полноценного курортно-бальнеологического использования этого уникального района. Так, по мнению Л. А. Марковой [3], на экологическое состояние и функционирование Кавказских Минеральных Вод отрицательно влияют следующие факторы:

- выбросы и сбросы от стационарных источников загрязнения и транспорта;
- некорректная утилизация бытовых и промышленных отходов, объём которых увеличивается с каждым годом;
- нерекультивированные урановые разработки, оставленные после закрытия уранодобывающего предприятия Лермонтовского рудоуправления Минатома России;
- заметное сокращение удельных параметров потребления минеральной воды в бальнеологических целях; более 400 наблюдательно-эксплуатационных и эксплуатационных скважин требуют капитального ремонта (возраст более 20–30 лет);
- рост антропогенной нагрузки на окружающую среду - численность населения в регионе приближается к отметке в 1 млн человек, что во многом связано с нерегулируемым миграционным процессом;
- низкий уровень экологической культуры населения.

Регион КМВ является относительно замкнутой экосистемой, имеющей большие рекреационные возможности, но с группой лимитирующих факторов – демографической ёмкостью, возможностями природной саморегуляции, ограниченными территориальными и водными ресурсами. Подходя к вопросу с эколого-географических позиций, экологическую ёмкость ландшафтов КМВ можно определить, как численность населения, которую природа в состоянии поддерживать своими естественными ресурсами без ущерба для собственного функционирования. Её интегральной мерой обычно служит величина некоторого оптимума плотности населения [1]. Увеличение «полезной» отдачи путём активного воздействия на ландшафт (что можно увидеть на примере современной эксплуатации кавминводских ресурсов), как правило, сопровождается серьёзными негативными экологическими последствиями. Наблюдаемое экстенсивное территориальное развитие заметно ускоряет процесс урбанизации, который вскоре может превратить группу уникальных курортов с богатейшим набором лечебно-рекреационных факторов в громадный промышленно-жилой массив – мегаполис, привести к полной растрате уникального природно-рекреационного потенциала КМВ.

Сохранить неповторимый курортный регион, как народное и государственное достояние удастся только лишь после принятия решений и действенных мер, среди которых принципиально важными следует считать:

- восстановление централизованного управления регионом – Администрации (Дирекции) КМВ федерального подчинения, созданной в 1992 г. по Указу Президента РФ, на принципах общественно-государственного управления;

- безусловное выполнение требований действующих федеральных законов по курортам (утверждённые зоны санитарной охраны с учётом разработанной ранее «Территориальной комплексной схемой охраны природы КМВ» (ТерКСОП КМВ), с привлечением региональных специалистов в области охраны курортов и представителей местных общественных организаций);

- оценка реального эколого-санитарного и рекреационно-демографического состояния курортов КМВ на уровне Федеральной экспертной комиссии, разработка плана санитарно-оздоровительных мероприятий и концепции дальнейшего развития КМВ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Исаченко А. Г. Экологическая ёмкость ландшафта, её отношение к глобальной продовольственной проблеме и подходы / А. Г. Исаченко // Изв. РГО. – 2001. – Т. 133. – №6. – С. 1–18.

2. Кавказские Минеральные Воды: к двухсотлетию 1903–2003 гг. Т. 2. – Пятигорск : Вестник Кавказа, 2003. – 400 с.

3. Маркова Л. А. Проблемы и возможные пути решения экологической безопасности региона Кавказские Минеральные Воды / Л. А. Маркова // Успехи современного естествознания. – 2007. – № 12–2. – С. 17–19.

4. Погорельский Н. С. Углекислые воды Большого района Кавказских минеральных вод / Н. С. Погорельский. – Ставрополь : Ставр. книжн. из-во, 1973. – 395 с.

5. Потапов Е. Г. Современное состояние природных лечебных ресурсов особо охраняемого эколого-курортного региона Российской Федерации – Кавказские Минеральные Воды / Е. Г. Потапов, С. Р. Данилов, С. И. Ляшенко // Курортная медицина. – 2015. – № 1. – С. 15–17.

6. Санкин А. В. Гидроминеральная база КМВ: современное состояние и проблемы использования. В колл. монографии Экология Кавказских Минеральных Вод: системный анализ и концептуальные подходы / А. В. Санкин. – СПб. – Пятигорск : Изд-во ПФ СКФУ, 2016. – С. 133–141.

УДК 33: 332.332.1. 332.368. 351.777

ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ И МЕРОПРИЯТИЯ ПО МОНИТОРИНГУ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ С УЧЕТОМ РЕГИОНАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ В ВЕРХНЕОБСКОМ БАССЕЙНОВОМ ВОДНОМ УПРАВЛЕНИИ

Слободова Ольга Михайловна, *Алтайская лаборатория СибНИИЭСХ СФНЦА РАН,* ***Россия****, г. Барнаул, krukova_91@mail.ru*

Гриценко Галина Михайловна, *доктор экономических наук, профессор, Алтайская лаборатория СибНИИЭСХ СФНЦА РАН,* ***Россия****, г. Барнаул, gritcenko_galina_milenium@mail.ru*

В настоящее время в России проходит процесс усовершенствования государственной системы управления водными ресурсами. Одним из результатов проведения реформ является большая часть переданных полномочий в сфере водных отношений на территориальный уровень – уровень субъектов РФ. Применяемый в России бассейновый принцип также преимущественно используется для управления водными ресурсами крупнейших речных систем. В соответствии со ст. 29 Водного кодекса РФ были созданы бассейновые советы практически для всех крупнейших водных объектов страны.

Ключевые слова: водные ресурсы, бассейновое управление, водный мониторинг, водные объекты.

CURRENT STATUS AND ACTIVITIES OF MONITORING OF WATER OBJECTS TAKING INTO ACCOUNT REGIONAL CHARACTERISTICS IN THE UPPER OBA BASIN OF WATER MANAGEMENT

Slobodova O. M., Gritsenko G. M.

Currently, Russia is in the process of improving the state system of water resources management. One of the results of the reforms is most of the transferred powers in the field of water relations to the territorial level – the level of the constituent entities of the Russian Federation. The basin principle used in Russia is also predominantly used for the management of water resources of the largest river systems. In accordance with article 29 of the Water Code of the Russian Federation, basin councils were created for almost all the largest water bodies of the country.
Keywords: water resources, basin management, water monitoring, water bodies.

На территории Верхне-Обского Бассейнового Водного Управления в некоторых районах был введен режим чрезвычайной ситуации (далее ЧС), в связи с чем существуют проблемы разного характера.

Текущее состояние Верхне-Обского Бассейнового Водного Управления (далее БВУ) на 13.02.2020:

–Водность в бассейне Верхней и Средней Оби ниже средней;

–уровень воды р. Обь в г. Новосибирске составляет 91,45 м БС (19 см);

–изменение за сутки +18 см.

Режим Новосибирского водохранилища. Уровень воды – 111,23 м (НПУ 113,5 м), приток за прошедшие сутки 472 м^3/с, среднесуточный сбросной расход в нижний бьеф 843 м^3/с. В связи с оттепелью с 9 февраля установлен режим среднесуточных сбросов в нижний бьеф 830 ± 50 м^3/с.

Алтайский край. В Курьинском районе действует режим ЧС (постановление главы муниципального образование Колывановского сельского совета Курьинского района Алтайского края от 07.06.2019 № 177) в связи с аварийным состоянием гидротехнического сооружения на озере Белое.

В Советском районе действует режим ЧС (распоряжение администрации района от 01.07.2019 № 111) в связи с угрозой обрушения берега реки Катунь в районе с. Шульгин Лог.

2 апреля 2019 г. состоялось заседание Межведомственной рабочей группы по регулированию режимов работы Новосибирского водохранилища, на котором был рассмотрен и утверждён график пропуска весеннего половодья 2019 г. через сооружения Новосибирской ГЭС (рисунок 1).

На рисунке мы видим, что с конца мая до конца июня уровни воды в р. Оби будут близкими к отметке 350 см по Новосибирскому водпосту, что приведёт к затоплению территорий, которые расположены ниже уровня. Наполнение водохранилища до отметки НПУ (нормальный подпорный уровень) предполагается к концу июня.

Также, согласно протоколу заседания бассейнового совета Верхне-Обского бассейнового округа от 29.11.2019 г., было решено, что Верхне-Обскому БВУ совместно с Министерством природных ресурсов и экологии по Новосибирской области направить обращение в Росводресурсы по вопросу необходимости формирования земельных участков под строительство берегозащитных ГТС там, где это невозможно, срок исполнения до 20.01.2020 г.

Мероприятия по мониторингу водных объектов:

1. Регулярные наблюдения за состоянием дна, берегов, состоянием и режимом использования водоохранных зон и изменениями морфометрических особенностей водоемов, которые полностью расположены на территориях соответствующих субъектов Российской Федерации и использование водных ресурсов которых осуществляется для обеспечения питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения двух и более субъектов Российской Федерации (Перечень установлен распоряжением Правительства РФ от 31.12.2008 г. №2054-р).

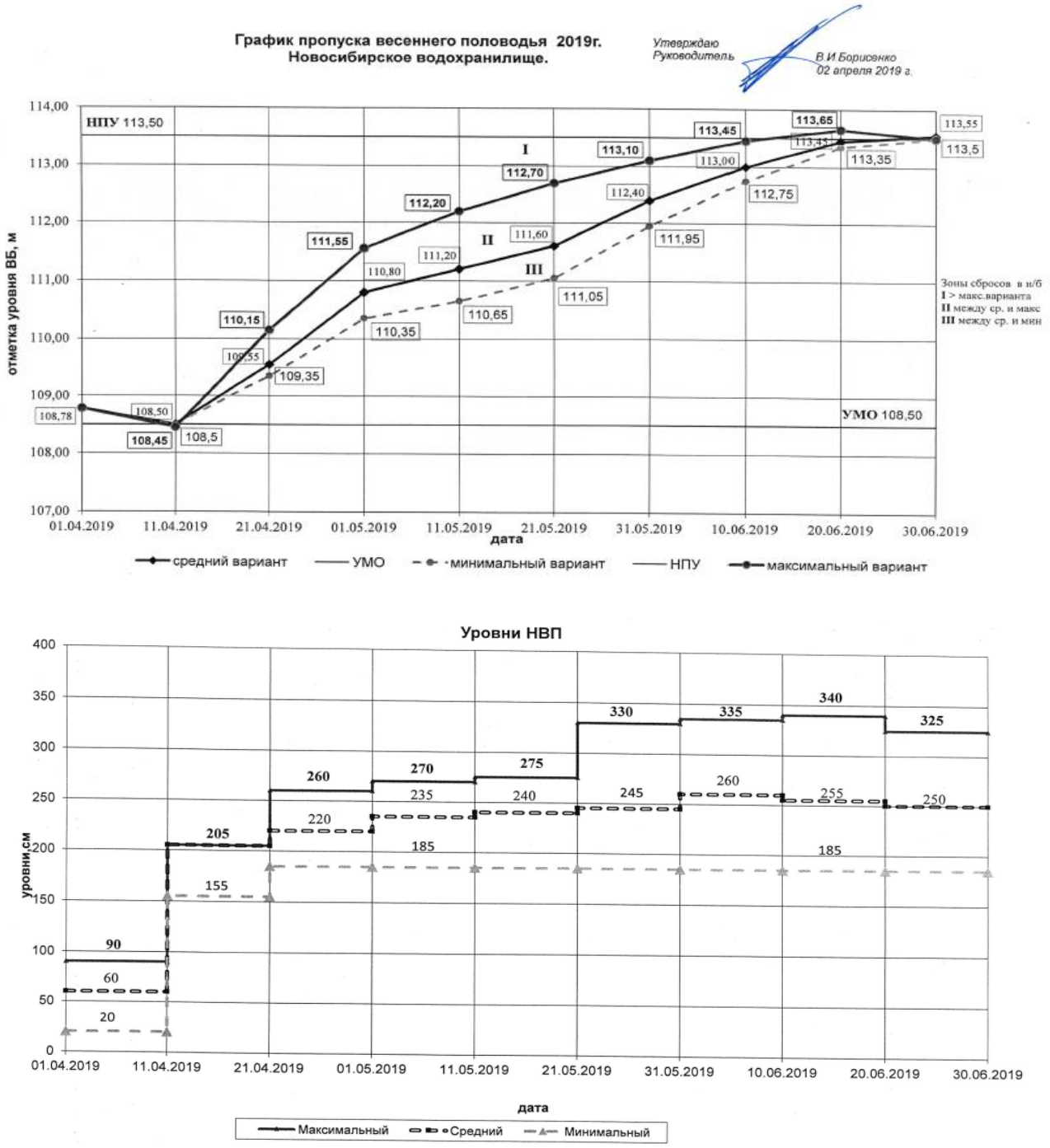


Рисунок 1 –График пропуска весеннего половодья 2019г. Новосибирское водохранилище.

2. Обеспечение развития сети пунктов наблюдений за водохозяйственными системами, за состоянием дна, берегов, водоохранных зон и изменениями морфометрических особенностей Новосибирского водохранилища.

3. Сбор, обработка, хранение, обобщение и анализ сведений, полученных в результате наблюдений.

4. Взаимодействие при осуществлении мониторинга с заинтересованными федеральными органами исполнительной власти.

5. Разработка Бассейновых программ осуществления мониторинга водных объектов.

6. Ежегодный выпуск по итогам работы Информационных бюллетеней о состоянии водных объектов по бассейновому округу, относящемуся к зоне деятельности Верхне-Обского БВУ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Водный кодекс Российской Федерации в редакции от 07.05.2013. – С. 22.

2. Аналитический отчет о водохозяйственных мероприятиях Верхне-Обского БВУ. – М., 2014. – С. 18.

3. Положение о Верхне-Обском БВУ. Постановление Правительства Российской Федерации от 10.04.2007 г. № 219 "Об утверждении Положения об осуществлении государственного мониторинга водных объектов".

СЕКЦИЯ 11. КОНСТРУИРОВАНИЕ, ОПТИМИЗАЦИЯ СВОЙСТВ И ОХРАНА АГРОЛАНДШАФТОВ

УДК 631.871:633.11

ПРИМЕНЕНИЕ ЯНТАРНОЙ КИСЛОТЫ И ХЕЛАТА МЕДИ В АГРОТЕХНОЛОГИИ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

Воронкова Наталья Артёмовна, *доктор сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО «Омский ГАУ им. П. А. Столыпина», ФГБНУ «Омский АНЦ», **Россия**, г. Омск, volkovaVA1989@yandex.ru, ФГБОУ ВО «ОмГТУ», **Россия**, г. Омск*

Волкова Виктория Андреевна, *ФГБОУ ВО «Омский ГАУ им. П.А. Столыпина», ФГБНУ «Омский АНЦ», **Россия**, г. Омск,volkovaVA1989@yandex.ru*

Цыганова Надежда Александровна, *ФГБОУ ВО «Омский ГАУ им. П.А. Столыпина», ФГБНУ «Омский АНЦ», **Россия**, г. Омск,volkovaVA1989@yandex.ru*

Балабанова Наталья Федоровна, *ФГБНУ «Омский АНЦ», **Россия**, г. Омск*

Дороненко Вера Дмитриевна, *ФГБНУ «Омский АНЦ», **Россия**, г. Омск*

Полевые исследования выполнены в стационарном опыте на основе пятипольного зернопарового севооборота в южной лесостепной зоне Западной Сибири. В опыте изучалось влияние предпосевной обработки семян раствором янтарной кислоты и хелата меди (Cu ЭДТА) на продуктивность яровой пшеницы. Максимальные прибавки получены на удобренном фоне: 0,59 т/га при обработке раствором янтарной кислоты в концентрации 10^{-3} М и 0,92 т/га Cu ЭДТА в концентрации 0,25 %.

Ключевые слова: яровая пшеница, предпосевная обработка, янтарная кислота, хелат меди, элементы структуры урожая, урожайность.

THE USE OF SUCCINIC ACID AND CHELATE OF COPPER IN AGRICULTURAL TECHNOLOGY OF SPRING SOFT WHEAT

Voronkova N. A., **Volkova V. A.**, **Tsyganova N. A.**, **Balabanova N. F.** , **Doronenko V. D.**

Field studies were performed in a stationary experiment based on a five-field grain-pair crop rotation in the southern forest-steppe zone of Western Siberia. The experiment studied the effect of pre-sowing treatment of seeds with a solution of succinic acid and copper chelate (Cu ЭДТА) on the productivity of spring wheat. Maximum additions were obtained on a fertilized background: 0.59 t/ha when treated with succinic acid solutions at a concentration of 10^{-3} M and 0.92 t/ha Cu EDTA at a concentration of 0.25 %.

Keywords: spring wheat, pre-sowing treatment, succinic acid, copper chelate, elements of the crop structure, yield.

Основным принципом функционирования биосферы Земли является гармоничное существование составляющих ее экосистем. В любой среде обитания живые организмы испытывают на себе совокупное действие абиотических, биотических факторов, которые в совокупности влияют на особенности их онтогенеза. Агроландшафт, как составная часть экосистемы, формируется в результате сельскохозяйственной деятельности: его устойчивость зависит от знаний человеком закономерностей и механизмов функционирования системы и определяется качеством его управления. В ходе антропогенной деятельности характерна перестройка биологического и геохимического круговорота, теплового и водного баланса, особенностей процессов почвообразования, численности и видов живых организмов в агроландшафтах, причем все трансформации в них происходят динамичнее, чем в природной среде. Исходя из этого, основная цель современных агротехнологий заключается не только в стремлении повысить продуктивность агроценоза, но и сохранить его экологическую сбалансированность. Поэтому снижение техногенной нагрузки должно достигаться конструированием внешних факторов воздействия, близких к природным, что относится к числу актуальных проблем в растениеводстве [5].

Применение физиологически активных веществ (росторегуляторов) является экологически безопасным приемом, позволяющим управлять продукционным процессом сельскохозяйственных растений [4]. В данный момент рынок агрохимикатов содержит большое количество препаратов разнообразного генезиса, отличающихся по спектру своего действия, кон-

центрации и химическому составу. Биостимулирующими свойствами на рост и развитие растений обладает также и янтарная кислота, применяемая в растениеводстве для предпосевной обработки семян и опрыскивания растений. Хелатные микроудобрения также являются активаторами биохимических процессов в растениях [2].

Экспериментальные исследования этих веществ показали высокую эффективность их применения в растениеводстве в России и за рубежом. В связи с этим целью данного исследования было изучение влияния предпосевной обработки семян (ПОС) раствором янтарной кислоты и хелата меди на продуктивность яровой пшеницы. Объекты исследования – яровая мягкая пшеница (*Triticum aestivum*), янтарная кислота (этан-1,2-дикарбоновая кислота), Cu ЭДТА (комплексонат меди на основе этилендиаминтетрауксусной кислоты).

Исследования проводились в 2017–19 гг. на опытном поле лаборатории агрохимии и защиты растений ФГБНУ «Омский АНЦ» в южной лесостепной зоне Западной Сибири в пятипольном зернопаровом севообороте со следующим чередованием культур: пар чистый – пшеница – соя – пшеница – ячмень. Почва опытного участка лугово-черноземная среднемощная среднегумусовая тяжелосуглинистая. Схемы опытов по ПОС представлены в таблицах 1 и 2. Расчет концентрации раствора хелата меди ведется на элемент. Общая площадь делянок 32 м^2, учётная – 12,8 м^2. Размещение делянок систематическое, повторность вариантов 4-х кратная.

Посев и учет урожая проводили в оптимальные сроки. Агротехника возделывания – общепринятая для зоны. В качестве минеральных удобрений вносили аммиачную селитру и аммофос. ПОС проводили непосредственно перед посевом пшеницы путем смачивания семян с последующим просушиванием. Концентрации растворов для обработки семян выбраны с учетом результатов ранее проведенных лабораторных исследований [1, 7]. Расход рабочего раствора 70 л/т семян. Анализ структуры урожая проводили по методике Госсортсети (1981) [6]. Анализ почвы проводили стандартными агрохимическими методами. Обработку экспериментальных данных осуществляли методом дисперсионного и корреляционного анализов по Доспехову [3].

Исследования проводились на двух фонах удобренности, которые характеризовались различной обеспеченностью по содержанию нитратного азота: без удобрений – низкая (7,4 мг/кг); на удобренном – средняя (14,6 мг/кг); и подвижного фосфора: без удобрений – повышенная (131 мг/кг), на удобренном – очень высокая (233 мг/кг). Содержание обменного калия независимо от фона было очень высоким (больше 180 мг/кг по Чирикову). Применение хелата меди и янтарной кислоты в различных концентрациях оказывало положительное влияние на рост и развитие растений пшеницы. Структурный анализ позволил выявить модификационные изменения в структуре урожая в зависимости от изучаемых вариантов. Наибольшие значения показателей структуры урожая были сформированы в варианте применения раствора Cu ЭДТА (0,25 %) на минеральном фоне. При данной обработке увеличились: число зерен в колосе на 47 % (контроль – 21 шт.), масса 1000 зерен на 8 % (контроль – 36,8 г). Длина колоса растений составила 9 см и превышала контроль на 30 % (таблица 1).

Таблица 1 – Структура урожая яровой мягкой пшеницы.

Вариант	Длина колоса, см	Продуктивная кустистость	Масса 1000 зерен, г	Кол-во зерен в колосе, шт.
Фон – без удобрений				
Контроль (без ПОС)	6,9	1,2	36,8	21
ПОС раствором CuЭДТА (0,02 %)	8,3	1,6	34,6	28
ПОС CuЭДТА (0,25 %)	8,7	1,4	37,7	29
Фон - $N_{18}P_{42}$*				
Контроль (без ПОС)	7,2	1,5	37,2	27
ПОС раствором CuЭДТА (0,02 %)	8,9	1,5	38,5	29
ПОС CuЭДТА (0,25 %)	9,0	1,7	39,8	31
$НСР_{05}$	1,7	0,4	1,2	3
* *азотно-фосфорные удобрения в дозе $N_{18}P_{42}$ д.в. на гектар севооборотной площади*				

Продуктивная кустистость – один из признаков, вносящих основной вклад в урожайность растений, значительно меняющийся под воздействием климатических условий. Сред-

няя за три года кустистость изменялась от 1,2 до 1,7 без существенной зависимости от изучаемых факторов.

Исследованиями установлена наиболее эффективная концентрация раствора янтарной кислоты для ПОС – 10^{-3} М. По вариантам опыта отмечено увеличение отдельных элементов структуры урожая по отношению к контролю: длины колоса на 17 %, числа зерен в колосе на 16 %, массы 1000 зерен на 8 % (таблица 2).

Таблица 2 – Элементы структуры урожая яровой мягкой пшеницы

Вариант	Длина колоса, см	Продуктивная кустистость	Масса 1000 зерен, г	Кол-во зерен в колосе, шт
Фон – без удобрений				
Контроль (без ПОС)	7,1	1,4	35,3	29
ПОС раствором янтарной кислоты (10^{-3} М)	7,8	1,6	36,7	32
ПОС раствором янтарной кислоты (10^{-7} М)	7,6	1,5	36,3	31
Фон – $N_{18}P_{42}$*				
Контроль (без ПОС)	7,8	1,6	36,7	31
ПОС раствором янтарной кислоты (10^{-3} М)	8,6	1,8	38,2	34
ПОС раствором янтарной кислоты (10^{-7} М)	8,3	1,7	37,9	33
$НСР_{05}$	0,5	0,2	1,2	
** азотно-фосфорные удобрения в дозе $N_{18}P_{42}$ д.в. на гектар севооборотной площади*				

Установлено, что на фоне без удобрений существенная прибавка в урожайности (на 10%) получена только при обработке Cu ЭДТА в концентрации 0,25 % (рисунок). Следует отметить, что на удобренном фоне прибавка в данном варианте составила 0,34-0,50 т/га (рисунок). Максимальная урожайность получена в варианте ПОС раствором Cu ЭДТА в концентрации 0,25 % на удобренном фоне: урожайность зерна повысилась на 38 % и составила 3,37 т/га.

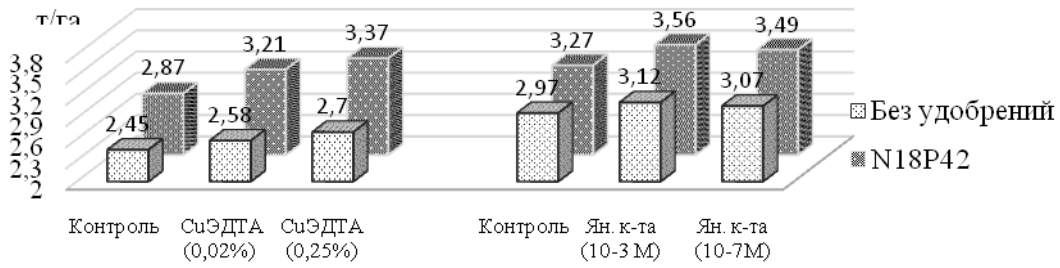


Рисунок – Влияние ПОС и минеральных удобрений на урожайность яровой мягкой пшеницы

При ПОС янтарной кислотой прибавка урожайности варьировала от 0,10 до 0,59 т/га в зависимости от концентрации и фонов удобренности. Максимальная урожайность яровой пшеницы была получена на удобренном фоне в варианте ПОС раствором янтарной кислоты в концентрации 10^{-3} М и составила 3,56 т/га. Прирост к контролю составил 20 %. Увеличение урожайности достигнуто прежде всего за счет повышения массы 1000 зерен и продуктивной кустистости.

Экспериментально установлено, что применение физиологически активных веществ для ПОС эффективно в условиях Омской области. Наибольшие прибавки урожайности получены на удобренном фоне: 0,59 т/га при обработке янтарной кислотой в концентрации 10^{-3} М и 0,92 т/га Cu ЭДТА в концентрации 0,25 %. Повышение продуктивности яровой пшеницы определялось увеличением длины и озерненности колоса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воронкова Н. А. Влияние предпосевной обработки микроэлементами на прорастание семян яровой пшеницы / Н. А. Воронкова, В. А. Волкова, Н. Ф. Балабанова, В. Д. Дороненко Н. А. Цыганова // Безопасность городской среды : Материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. – 2019. – С. 9–14.

2. Гайсин И. А. Хелатные микроудобрения: практика применения и механизм действия: монография / И. А. Гайсин, В. М. Пахомова. – Йошкар-Ола : Казанский гос. аграрный ун-т, 2014. – 344 с.

3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. / Б. А. Доспехов. – М. : Агропромиздат, 1985. – 357 с.

4. Карпова Г. А. Активация ранних ростовых процессов семян под действием регуляторов роста как фактор повышения полевой всхожести и урожайности яровой пшеницы / Г. А. Карпова, Л. В. Карпова // Нива Поволжья. – 2016. –№ 1(38). – С. 29–35.

5. Лопырев М. И. Агроланшафт как фактор устойчивости землепользования и землеустройства / М. И. Лопырев, Е. В. Недикова, А. А. Харитонов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2015. – № 4–2 (47). – С. 179–183.

6. Федин М. А. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / М. А. Федин. – М. : Агропромиздат, 1985. – 265 с.

7. Цыганова Н. А. Влияние янтарной кислоты на фотосинтетическую активность яровой мягкой пшеницы / Н. А. Цыганова, Н. А. Воронкова, В. Д. Дороненко, Н. Ф. Балабанова // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2019. – № 3(35). – С. 13–20.

УДК 63. 631. 92

ОПТИМИЗАЦИЯ СВОЙСТВ АГРОЛАНДШАФТОВ И ИХ ЗАЩИТА

Теучеж Аминет Аслановна, *кандидат биологических наук, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»,* ***Россия****, 350044, Краснодар, ул. Калинина, 13, bioeco@inbox.ru*

В статье рассматривается состояние агроландшафтов Краснодарского края и вопросы их защиты. В. В. Докучаев создал прецедент целостного восприятия природы – такого подхода к регулированию природных процессов, который обеспечивал бы системный эффект. Комплексный подход В. В. Докучаева был в значительной мере реализован созданной им в 1892 г. особой экспедицией, в итоге которой в Каменной степи была создана поныне действующая модель агроландшафта, оптимизированного по условиям распределения стока, регулирования гидрологического режима, микроклимата, предотвращения эрозионных процессов. Важнейшим мероприятием этого комплекса было создание защитных лесонасаждений. Примечательно, что экспедиция ориентировалась на занятие лесонасаждениями около 15–18 % площади земель. Именно с позиций конструирования агроландшафтов должно быть перестроено современное лесоразведение. Под агроландшафтом «понимается земельный массив, состоящий из комплекса взаимодействующих природных компонентов, а также элементов системы земледелия с относительно автономными водными, тепловыми и другими режимами с признаками единой экологической системы». Агроландшафт – это сложно организованная многомерная экосистема земли с определенным обликом и соответствующей структурой, функционирующая в зависимости от системы земледелия. Агроландшафт следует рассматривать как территориальную единицу для решения вопросов формирования систем земледелия и землеустройства на экологической основе. Он может быть организован на определенных ограниченных территориях с возможностью саморегуляции, с определенным пищевым, водным и тепловым режимами. Агроландшафт, являясь антропогенным, формируется под воздействием сельскохозяйственной деятельности человека. Следовательно, в структуре агроландшафта должны найти отражение формирующие его элементы из организации территории и системы земледелия. На современном этапе не удается выполнить важнейшего экологического требования – приведения темпов эксплуатации природных систем в равенство с интенсивностью самовосстановления этих систем. Природный ресурсный потенциал должен быть равен или больше уровня изъятия ресурсов и темпов изменения жизненной среды. Однако прогрессирующая деградация ресурсов говорит об обратном. Антропогенные возмущения в биосфере выше ее способности к саморегуляции.

Ключевые слова: понятие ландшафтов, создания агроландшафтов, свойства, конструктирование, защита агроландшафтов.

OPTIMIZATION OF AGRICULTURAL LANDSCAPE PROPERTIES AND THEIR PROTECTION

Teuchezh A. A.

The article discusses the properties of agricultural landscapes of the Krasnodar region and issues of their protection. V. V. Dokuchaev created a precedent for a holistic perception of nature, such an approach to the regulation of natural processes, which provided a systemic effect and only after a long time took shape in the theory of systems. The complex of V. V. Dokuchaev was largely implemented by a special expedition created by him in 1892. Its main achievement is that in the Kamennaya steppe, a model of the agricultural landscape has been created, optimized for the conditions of flow distribution, regulation of the hydrological regime, microclimate, and prevention of erosion processes. The most important event of this complex was the creation of protective forest plantations. It is noteworthy that the expedition focused on the occupation of forest plantations about 15-18% of the land area. It is from the point of view of designing agricultural landscapes that modern afforestation should be rebuilt. Agrolandscape " refers to a land mass consisting of a complex of interacting natural components, as well as elements of a farming system with relatively Autonomous water, heat, and other regimes with signs of a single ecological system." Agrolandscape is a complex multi-dimensional ecosystem of the earth with a certain shape and structure, functioning depending on the system of agriculture. Economic policies should be regarded as a territorial unit for the decision of questions of formation of the farming systems and land management on an environmental basis. It can be organized in certain limited areas with the possibility of self-regulation, with certain food, water and heat regimes. The agricultural landscape, being anthropogenic, is formed under the influence of human agricultural activity. Therefore, the structure of the agricultural landscape should reflect the elements that form it from the organization of the territory and the system of agriculture. At the present stage, it is not possible to fulfill the most important environmental requirement – to bring the rate of exploitation of natural systems in line with the intensity of self-restoration of these systems. The natural resource potential must be equal to or greater than the level of resource withdrawal and the rate of change in the living environment. However, the progressive degradation of resources suggests the opposite. Anthropogenic disturbances in the biosphere are higher than its ability to self-regulate.

Key words: concept of landscapes, creation of agricultural landscapes, properties, construction, protection of agricultural landscapes.

Основные положения создания агроландшафтов сформулированы еще В. В. Докучаевым, определившим главные принципы адаптивного природопользования и обосновавшим комплекс агрогидромелиоративных мероприятий по оптимизации лесостепных ландшафтов. Этот комплекс включает:

– регулирование рек для уменьшения их заиления и обмеления, предотвращения катастрофических паводков, надолго затапливающих плодородные пойменные земли;

– регулирование оврагов и балок с целью прекращения дальнейшего размывания их дна и берегов, превращение их в луга;

– регулирование водного хозяйства в открытых системах, на водораздельных пространствах;

– выработку норм, определяющих относительные площади пашни, лугов, леса и вод»;

– определение приемов обработки почвы, наиболее благоприятных для наилучшего использования влаги, и большее приспособление сортов культурных растений к местным как почвенным, так и климатическим условиям.

Комплекс В. В. Докучаева был в значительной мере реализован созданной им в 1892 г. особой экспедицией. Главное ее достижение заключается в том, что в Каменной степи была создана поныне действующая модель агроландшафта, оптимизированного по условиям распределения стока, регулирования гидрологического режима, микроклимата, предотвращения эрозионных процессов. Важнейшим мероприятием этого комплекса было создание защитных лесонасаждений. Примечательно, что экспедиция ориентировалась на занятие лесонасаждениями около 15–18 % площади земель. Именно с позиций конструирования агроландшафтов должно быть перестроено современное лесоразведение.

Формирующиеся антропогенные ландшафты на территории Краснодарского края могут быть фоновыми, локальными и линейными. К фоновым ландшафтам относятся: агроландшафты, водные антропогенные ландшафты, лесохозяйственные, рекреационные ландшафты и малоизмененные ландшафты [2, 5]. Под агроландшафтом понимается земельный массив,

состоящий из комплекса взаимодействующих природных компонентов, а также элементов системы земледелия с относительно автономными водными, тепловыми и другими режимами с признаками единой экологической системы. Агроландшафт – это сложно организованная многомерная экосистема земли с определенным обликом и соответствующей структурой, функционирующая в зависимости от системы земледелия. Агроландшафт представляет собой результат особой формы сельскохозяйственной деятельности человека, при которой весьма широко используется ресурсный потенциал почв. Организация агроландшафтных систем предусматривает оптимизацию использования территории и экологическую оценку возможных последствий этого процесса в будущем.

На современном этапе не удается выполнить важнейшего экологического требования – приведения темпов эксплуатации природных систем в равенство с интенсивностью самовосстановления этих систем [1, 3]. Для решения этой проблемы необходимо применять и использовать новые методы, новые подходы в исследованиях агроландшафтных систем – ландшафтно-экологический метод. Оптимизация ландшафта подразумевается комплекс мер по рациональному использованию естественных ресурсов, охране, оздоровлению и обогащению ландшафта, повышению его экологического и экономического потенциала.

Основной целью создания современного агроландшафта на Кубани является получение высоких урожаев при современном уровне механизации и максимальном соотношении чистой продукции к общей биомассе; основная цель природных ландшафтов – это направление сукцессионного процесса в сторону поддержания высокого отношения общей биомассы к валовой продукции, отчуждаемой вредителями, хищниками и паразитами [4, 6, 8].

Создание устойчивого, высокопродуктивного, экологически безопасного сельскохозяйственного производства является сегодня общепланетарной проблемой. Это вызвано тем, что антропогенное воздействие на окружающую среду, почву, водные ресурсы, растительный и животный мир, микромир в большинстве стран превышает допустимые нормы. В результате в мире происходит крупномасштабная деградация земель и водных источников, опустынивание, техногенное загрязнение на огромных территориях [9, 11].

Основной задачей ученых и производителей АПК Краснодарского края является создание в ближайшем будущем экологически безопасного сельскохозяйственного производства, способного, не разрушая окружающую среду, в то же время обеспечить население необходимым продовольствием. Новейшие научные разработки и передовая практика последних лет свидетельствуют, что эту задачу возможно решить на основе экологически и экономически сбалансированного ведения сельского хозяйства в современных агроландшафтах [10, 12].

Деятельность человека в агроландшафте направлена на изменение его структуры, водного режима; конструкции и морфологии; регулирование режима функционирования агроэкосистем; обеспечение экологически безопасных технологий возделывания сельскохозяйственных культур.

Севооборот традиционно рассматривают как элемент системы земледелия, в то время как он – способ формирования структуры агроэкосистем в пространстве и времени. Новый взгляд на севооборот предполагает строгое размещение сельскохозяйственных культур с учетом многообразия биоклиматических условий в агроландшафте, максимизацию использования солнечной энергии многокомпонентными фитоценозами, обеспечение условий постоянного поступления энергии органического вещества в почву, повышение качества производимой продукции. Благоприятные последствия определенных этапов сукцессий в природных экосистемах необходимо использовать при построении агроэкосистем, для восстановления почвенного плодородия и стабилизации почвенных режимов [13, 15]. В условиях агроландшафта необходимо более дифференцированно применять различные приемы обработки почвы с учетом рельефа, микроклиматических особенностей, структуры почвенного покрова, состава агрофитоценозов.

Особенности внесения органических и минеральных удобрений определяются характером эксплуатации агроландшафта или его компонентов. Надо пересмотреть существующие способы применения удобрений с учетом особенностей ландшафтного земледелия и наличия

природных и антропогенных ресурсов. Возрастает необходимость внесения удобрений дробными дозами. Следует добиваться того, чтобы органические удобрения поступали в почву в основном в естественной форме с растянутым периодом доступности [14, 15]. В агроландшафте следует определять не баланс минеральных элементов питания, а баланс энергии органического и минеральных веществ. В агроландшафте при большом разнообразии почвенно-климатических условий применять удобрения нужно дифференцированно, причем критерием оптимизации их использования должен быть показатель экологической емкости и активности агроландшафта, а не только традиционный уровень урожайности сельскохозяйственных культур. Важное значение имеет правильное хранение удобрений. Они ни в коем случае не должны храниться под открытым небом. Применять и хранить удобрения нужно на безопасно расстоянии от водоисточников. Соотношение NPK должно быть оптимальным.

Значительный объем должны занять препараты, активизирующие процессы трансформации энергии и повышающие биологическую активность почвы. Чтобы уменьшить отрицательные последствия применения пестицидов, нужно строго соблюдать регламенты их применения. Применять пестициды следует только при превышении экономических порогов опасности вредных организмов. Совместное применение минеральных и органических удобрений также уменьшает отрицательные последствия применения пестицидов [2, 5]. Органические добавки и фосфорные удобрения ускоряют процесс разложения гербицидов. Микроудобрения ускоряют разложение в почве фосфорорганических пестицидов. Мульчирование почвы повышает ее температуру и тем самым косвенно способствует разложению пестицидов. Как альтернатива химического метода используется интегрированный метод защиты растений и биологическая защита растений. Необходим контроль за остаточными количествами пестицидов во всех компонентах окружающей среды [1, 4].

Как и многие составляющие современных систем земледелия, проблемы мелиорации решали без достаточно строгой методической ландшафтной основы. Это повлекло за собой целый ряд негативных последствий различного масштаба тяжести. Мелиоративные воздействия на агроландшафт, организованный на строго научной основе, должны решать профилактические задачи и быть минимальными. Применять тот или иной мелиоративный прием целесообразно только в том случае, если он способствует изменению режима функционирования всего агроландшафта, а не отдельной его части [3, 6]. Очень важно разработать систему мероприятий, защищающих ландшафт. Поскольку почва – среда обитания растений, необходимо предусмотреть мероприятия, обеспечивающие благоприятные условия для растений. Необходимо также обеспечить экологическую безопасность инженерно-строительных мелиоративных сооружений.

Заслуживают внимания вопросы о территориальном размещении лесных угодий. В условиях ландшафтного земледелия лесные угодья должны рассматриваться как основной фактор, определяющий направленность развития и характер функционирования агроландшафта с учетом всех условий, обеспечивающих возможность оперативного управления режимами.

Один из существенных компонентов агроландшафта – естественные кормовые угодья. Рациональное природопользование предполагает увеличение природного компонента и на территориях, занятых пахотными угодьями.

Оптимизировать аграрную систему по всем характеристикам нельзя, но возможны следующие два варианта решения проблемы: 1) поиски соответствия между массой получаемой в ландшафте продукции и её качеством; 2) организация ландшафта с разделением его на относительно однородные участки, на которых поддерживается высокий уровень продуктивности на основе применения программ, соответствующих условиям земледелия природоохранного типа. С позиций развития агроландшафтов на основе обоих вариантов в хозяйствах края можно решать как стратегические задачи, позволяющие поддерживать биоразнообразие всех уровней сообщества, так и тактические – получение качественной продукции [7, 8, 9].

Конструирование (проектирование) – процесс определения архитектуры, компонентов, интерфейсов и других характеристик системы или её части. Результатом проектирования является проект – целостная совокупность моделей, свойств или характеристик, описанных в форме, пригодной для реализации системы. Главным в управлении и конструировании агроэкосистем и агроландшафтов является не один какой-либо фактор, а их взаимодействие, нацеленное на обеспечение продуктивности и устойчивости агроландшафтов при высоком качестве получаемой продукции, устранении негативных процессов, минимизации материальных, трудовых и финансовых затрат [12, 15].

Антропогенные факторы управления агроландшафтами обладают очень ценным свойством активной адаптации, т. е., с одной стороны, они могут активно приспосабливаться, а с другой – активно изменять абиотические и биотические факторы агроэкосистем в определенных пределах. Современная система управления агроландшафтами включает следующие элементы управления: управление всей системой агроландшафта, управление элементами агроландшафта – полем, лугом, лесом, водами и др.

Первая группа элементов управления – оптимальная ландшафтная организация территории. Она обеспечивает конструирование и управление всей системой агроландшафта.

Важная роль в повышении устойчивости агроландшафта отводится созданию надежного экологического каркаса агроландшафта, который включает леса, природные кормовые угодья, многолетние насаждения, многолетние травы на пашне, водо-болотные угодья. Целесообразно выведение из пашни эродированных и дефлированных участков для создания дополнительных средостабилизирующих элементов экологического каркаса агроландшафта. Нередко необходимо дополнительное создание лесополос, облесение территории, примыкающей к овражно-балочной сети, водоемов. Все другие рычаги управления действуют на отдельные элементы агроландшафта, т. е. системы низших порядков, входящих в единую систему агроландшафта как взаимосвязанные звенья [11, 14].

Оптимизация видового состава сельскохозяйственных культур и структуры посевных площадей, размещения сельскохозяйственных культур по элементам агроландшафта, применение современных технологий и системы севооборотов обеспечивают создание оптимальной пространственно-временной структуры агроландшафта. Повышение плодородия почв обеспечивается за счет оптимального насыщения посевных площадей бобовыми и бобово-злаковыми многолетними травами. Увеличение на пахотных землях доли многолетних трав осуществляется при сокращении доли пропашных, зерновых культур и однолетних трав. [12, 13].

Управление луговыми агроэкосистемами включает создание и использование высокопродуктивных сенокосов и пастбищ. Другие элементы управления агроландшафтом включают: управление лесными землями, управление водо-болотными угодьями и др. Система оптимизации агроландшафтов должна включать управление его инфраструктурой и управление антропогенными нагрузками на отдельные его компоненты [6, 10].

Управление агроландшафтами в современных условиях предполагает, прежде всего, разработку и реализацию следующей системы мер:

– совершенствование структуры земельных угодий, направленное на укрепление экологического каркаса агроландшафта (увеличение доли элементов, повышающих прочность и устойчивость агроландшафтов к негативным факторам – природных кормовых угодий, лесов, охраняемых участков степи);

– оптимизация структуры посевных площадей сельскохозяйственных культур, направленная на повышение экологической устойчивости пашни (увеличение доли посевов многолетних трав в севооборотах);

– совершенствование систем земледелия, разработка и освоение адаптированных ресурсосберегающих экологически безопасных приемов, технологий и технических средств обработки почвы и выращивания сельскохозяйственных культур; выработка и реализация, а также оптимизация норм антропогенных нагрузок на агроландшафты в целом и на отдельные элементы их пространственной структуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белюченко И. С. Развитие и устойчивость аграрных ландшафтов в степной зоне Краснодарского края / И. С. Белюченко // Экологические проблемы развития агроландшафтов и способы повышения их продуктивности: Материалы междунар. научн. эколог. конф. – 2018 – С. 217–234.
2. Белюченко И. С. Многофазная дисперсная система из различных отходов – основа для сложного компоста / И. С. Белюченко // Экологические проблемы развития агроландшафтов и способы повышения их продуктивности: Материалы междунар. научн. эколог. конф. – 2018. – С. 248–261.
3. Белюченко И. С. Антропогенное изменение почвенного покрова в процессе развития аграрных ландшафтов / И. С. Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2018. – Т. 14. – № 2. – С. 52–64.
4. Белюченко И. С. Сложный компост и рекультивация чернозема обыкновенного в системе агроландшафта / И. С. Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2018. – Т. 14. – № 2. – С. 82–89.
5. Белюченко И. С. Совмещенные посевы в севообороте агроландшафта : монография / И. С. Белюченко. – Краснодар, 2016. – 262 с.
6. Белюченко И. С. Биология развития и интродукция многолетних злаков в южных районах СНГ : монография / И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – 443 с.
7. Белюченко И. С. Особенности развития совмещенных посевов в системе агроландшафта : монография / И. С. Белюченко. – Краснодар : Изд-во КубГАУ. – 2017. – 349 с.
8. Теучеж А. А. Роль фосфора в развитии живых организмов / А. А. Теучеж // Эколог. Вестник Сев. Кавказа. – 2018. – Т. 14. – № 1. – С. 50–53.
9. Теучеж А. А. Химический состав различных видов навоза / А. А. Теучеж // Эколог. Вестник Сев. Кавказа. – 2018. – Т. 14. – № 1. – С. 54–58.
10. Теучеж А. А. История создания лесозащитных полос в Краснодарском крае и их состояние / А. А. Теучеж, И. С. Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2019. – Т. 15. – № 3. С. 37 –41.
11. Теучеж А. А. Содержание подвижного фосфора в почвах лесополос. / А. А. Теучеж // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2019. – Т. 15. – № 4. – С. 23–28.
12. Теучеж А. А. Создание условий устойчивого развития и функционирования системы защитных лесных насаждений в Краснодарском крае / А. А. Теучеж // Отходы, причины их образования и перспективы использования : Материалы междунар. научн. эколог. конф. – 2019. С. 644 –648.
13. Теучеж А. А. Анализ состояния проблемы использования отходов животноводства / А. А. Теучеж // Отходы, причины их образования и перспективы использования : Материалы междунар. научн. эколог. конф. – 2019. – С. 501–505.
14. Теучеж А. А. Лесные полосы и их роль в системе агроландшафта : монография / А. А. Теучеж.– Краснодар, 2019. – 79 с.
15. Теучеж А. А. Динамика фосфора в системе агроландшафта: на примере изучения агроландшафта ОАО «Заветы Ильича» Ленинградского района Краснодарского края : дис. … канд. биол. наук. А. А. Теучеж. – Краснодар, 2007. – 121 с.

УДК 631.4

ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И АДАПТАЦИЯ К НИМ ЗАСУШЛИВЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Будник Светлана Васильевна, *доктор географических наук, Центральная геофизическая обсерватория им. Б. Срезневского,* ***Украина,*** *г. Киев, svetlana_budnik@ukr.net*

В работе рассматриваются вопросы возможности содействия адаптации агроландшафтных систем к современным изменениям климата на основе учета особенностей их функционирования

Ключевые слова: агроландшафты, смена климата, функционирование, моделирование, баланс, урожайность, плодородие

CLIMATE CHANGE AND ADAPTATION OF DRY AREAS TO THEM

Budnik S. V.

The paper discusses the possibility of promoting adaptation of agrolandscape systems to modern climate changes based on the characteristics of their functioning

Keywords: agrolandscapes, climate change, functioning, modeling, productivity, fertility

Наблюдающиеся в настоящее время изменения климата проявляются и в изменении путей следования циклонов, т. е. наблюдается смещение зон достаточного и недостаточного увлажнения. В одних случаях это приводит к увеличению увлажнения, в других, наоборот, к более засушливым условиям. В такой ситуации наиболее актуальной становится оптимизация природопользования вообще и агроландшафтов в частности.

При оптимизации агроландшафтов в условиях изменения климата и увлажнения в том числе особое внимание следует уделять подбору культур для возделывания, адаптированных к полноценному развитию и плодоношению в складывающихся условиях, агротехнологиям их возделывания и системе организации территории земледелия. Последнее в основном определяется созданием благоприятных и безопасных условий для роста и развития растений, сохранением биоразнообразия, обеспечением саморегуляции энтомофауны, поддержанием зон рекреации и т. п.

Одним из старейших примеров такой организации территории и, кроме того, многофункциональной, является опыт В. В. Докучаева в Деркульской степи (Юницкий заказник), где на сильно эродированном водосборе были построены в отвершках балок небольшие запруды и высажены лесные массивы. Запруды задерживают талые и ливневые воды, чем способствуют перераспределению влаги по территории и во времени, насыщают зону аэрации влагой и повышают уровень грунтовых вод. Повышение влагосодержания почвогрунтов благоприятно сказывается на росте лесных насаждений. В результате более 100 лет существования Юницкий заказник превратился в настоящий оазис в степи со столетними посадками, дикими животными, задернованными днищами балок и т. п. В данном случае мероприятия по сохранению почвы от эрозии выполнили не только основное предназначение – предотвращение разрушения почвенного покрова, но и позволили сохранить редкие виды животных и растений, создать благоприятный мироклимат и т. п.

Сейчас можно встретить сообщения о грандиозном проекте по борьбе с наступлением песков Сахары на страны Африки. Люди многих стран этого континента с энтузиазмом высаживают деревья вдоль линии песков в надежде преградить им путь дальше в глубь континента. Думается, в складывающихся условиях результаты опытов В. В. Докучаева с соратниками были бы полезны для обеспечения большей успешности проекта. Да и прогнозы климатологов для востока Европы также не утешительны, юго-восток Украины также может в скором времени превратиться в полупустыню.

В наше время уже накоплено много сведений об особенностях функционирования природно-антропогенных систем, в том числе и в условиях аграрного производства, поэтому есть возможность создания адаптированных к природным условиям сельскохозяйственных ландшафтных систем с устойчивыми к различным воздействиям составляющими, функционирование которых не будет нарушать естественную стабильность экосистем, где они находятся. Таким образом, можно снизить риски влияния природных негативных явлений (засухи, ливни, подтопления и т. д.) на выполнение основной производственной функции агроландшафтов – производство сельскохозяйственной продукции. Обеспечение стабильных урожаев при условии сохранения окружающей природной среды является основой улучшения уровня благосостояния и сохранения здоровья населения.

Моделирование функций природно-антропогенных комплексов – процесс многоуровневый, и в качестве наиболее подходящей формы по их оптимизации рекомендуется применять систему уравнений баланса вещества и энергии (водный, тепловой, радиационный балансы, баланс гумуса и т. д.). В систему ограничений баланса вещества (биомассы) входят характеристики климата (тепло, испарение, осадки и т. п.), биоразнообразия (контроль фито-

санитарной обстановки), качества продукции (экологические нормы), конкуренции за ресурсы и т. п.

Ограничения в балансовых системах определяются соотношениями и взаимосвязями между отдельными компонентами биотических и абиотических составляющих агроландшафтов и могут быть представлены эмпирическими взаимосвязями между ними. Накопление эмпирических сведений позволяет перейти от эмпирико-статистических представлений, характерных для конкретных территорий и ситуаций, к более общим эмпирическим законам, которые нивелируют или обобщают локальные различия. Использование такой разнообразной информации позволяет создать более гибкие модели урожайности сельскохозяйственных культур, по которым определяются наиболее оптимальные сочетания факторов и на их основе проводится районирование территории.

Проведенные исследования для Степи Украины показали, что относительная влажность воздуха лимитирует урожайность сельскохозяйственных культур в большей степени, чем атмосферные осадки, поскольку влажность воздуха определяется еще и характеристиками ветра, температурой воздуха и поверхности почвы, дефицитом насыщения воздуха водяным паром и т. п. Высота водосбора на равнине также влияет на урожайность сельскохозяйственных культур, а не только в горах. Так, для озимой ржи и ячменя критической высотой водосбора является 195 м над уровнем моря, при большей высоте водосбора урожайность падает; для картофеля – 242 м. С ростом максимального модуля стока урожайность картофеля растет, увеличивается урожайность картофеля и до густоты речной сети, равной 0,396 км/км^2, при дальнейшем увеличении изрезанности территории урожайность уменьшается, т. к. увеличивается степень иссушаемости почвенного слоя, его смытость и, как следствие, плодородие.

Адаптация сельскохозяйственного производства к природным особенностям территорий будет способствовать повышению устойчивости к различных негативным воздействиям, как составляющих территориальных систем, так и производства на них продукции и обеспечит сохранение ресурсов и повышение качества продукции.

УДК 911.52

ПРОБЛЕМЫ ЛАНДШАФТОВ ГРУЗИИ И МЕРЫ ИХ ЗАЩИТЫ

Бердзенишвили Нана Малхазовна, *Ассоциированый профессор, доктор географии, «Телавский государственный университет им. Якоба Гогебашвили»,* ***Грузия****, г. Телави,* nanaka.berdzenishvili@yahoo.com

Давиташвили Магда Давидовна, *доктор биологических наук, профессор. «Телавский государственный университет им. Якоба Гогебашвили».* ***Грузия****, г. Телави.* magdadav@gmail.com

Зеленые насаждения в городах имеют не только архитектурно-планировочное и социальное назначение, но также играют важную роль с санитарно-гигиенической точки зрения. Зеленые насаждения регулируют тепловой и радиационный режим, создают микроклимат, обеспечивающий комфортные условия внешней среды, являются мощным фактором защиты населенных мест от пыли, газов, ветра и шума. В 2019 г. Тбилиси был признан самой загрязненной столицей Европы. За последние 20 лет, согласно статистике Министерства охраны труда, здоровья и социального обеспечения, увеличилось число онкологических, эндокринных, аллергических заболеваний, а также болезней органов дыхания, на развитие которых значительно влияет загрязнение окружающей среды. Исходя из вышесказанного, особую актуальность приобретает вопрос оздоровления среды обитания на территории Грузии, одним из главных и экономически целесообразных способов которого является увеличение площади озелененных территорий и улучшение их состояния. Последние события показывают, что пожары в лесу участились, в результате чего разрушена большая часть территории и сожжено много деревьев. Такие пожары наблюдались в Боржоми несколько месяцев назад, а также в лесу Цагвери, в лесу Хуло, на склоне Мтацминда и др.

Ключевые слова: ландшафт, экология, зеленая среда, климат, рельеф, население.

PROBLEMS OF GEORGIAN LANDSCAPES AND PROTECTIVE MEASURES

Berdzenishvili N. M. Davitashvili M. D.

Green spaces regulate the thermal and radiation conditions, create a microclimate that provides comfortable environmental conditions, and are a powerful factor in protecting populated areas from dust, gases, wind and noise. In 2019, Tbilisi was recognized as the most polluted capital of Europe. Over the past 20 years, according to statistics from the Ministry of Labor Protection, Health and Social Welfare, the incidence of tumor, endocrine, allergic diseases, as well as respiratory diseases, the development of which is directly affected by environmental pollution, has increased. Based on the foregoing, the issue of improving the living environment in Georgia is becoming particularly relevant, one of the main and economically feasible ways of which is to increase the area of green areas and improve their condition. Recent events show that fires in the forest intensified, which led to the destruction of most of the territory and the burning of many trees. Such are the fires in Borjomi which were a few months ago, as well as fires in the Tsagveri forest, Hulo forest, the slope of Mtatsminda and others.

Keywords: landscape, ecology, green environment, climate, relief, population.

Введение. Для географии, как многоотраслевой системной науки, развивающейся на грани различных дисциплин, весьма актуальной задачей является пространственное изменение, планировка и управление качеством среды. Человек не всегда отрицательно влияет на среду, существует множество примеров того, как человек улучшает её (например: орошение, террасирование склонов, озеленение и т. д.). Но, к сожалению, антропогенное влияние на природу достигло таких масштабов, что современные экологические дисциплины находятся в поиске возможностей избежания негативных последствий. «Экосферу» рассматривают как антропогенную видоизменённую биосферу. В настоящее время экосфера развивается как дисгармоничный компонент географической оболочки [1]. Бесспорным является тот факт, что рациональное использование природы зависит от социальных процессов, духовных ценностей каждого человека. Рост населения и уровня его жизни вызывает и рост потребностей в природных ресурсах и природной среде. Сегодня 23 % кислорода, выделяемого путём фотосинтеза растениями используется при дыхании и производственных процессах. Если бы население и производство увеличивались пропорционально друг другу, то весь кислород, созданный растительным миром, был бы использован к 2000 г. Для достижения баланса между основными компонентами атмосферы становится необходимым синтез большего количества кислорода, через увеличение склонов, покрытых растительностью. А освоение новых земель с целью добычи полезных ископаемых, наоборот, катастрофически уменьшает лесную площадь [6].

Для достижения целей нашего исследования мы должны были идентифицировать конкретные проблемы и установить причины их возникновения. В процессе исследования нами были использованы различные методы – анализ документов, наблюдение.

Обсуждение. Территория Грузии характеризуется большой долей чувствительных высокогорных экосистем с засушливыми и полузасушливыми условиями. Такие экосистемы мира наиболее сильно пострадали от изменения климата. В результате экономического коллапса после распада Советского Союза значительно возросло потребительское давление на естественные и полуприродные места обитания [2]. Это привело в большом масштабе к деградации, которая имеет катастрофические последствия для населения.

К задачам департамента лесного хозяйства Министерства охраны окружающей среды и сельского хозяйства Грузии относятся: сохранение и качественное улучшение лесных массивов, имеющих почвозащитные, водоохранные, климаторегулирующие, санитарно-гигиенические и другие функции. Сферой и задачей департамента охраняемых территорий, определенных Министерств охраны окружающей среды и сельского хозяйства Грузии, является обеспечение работы инфраструктуры охраняемых территорий в соответствующем режиме. Население считает проблему озелененных территорий одной из самых значительных для Грузии [7]. Она отстает лишь от проблем загрязнения атмосферного воздуха и накопления твердых бытовых отходов: недостаток озеленения, вырубка зеленых насаждений, неправильное планирование системы озелененных территорий, строительство на озелененных территориях и т. д. Также надо отметить, что соответствующая планировка ландшафта могла бы отчасти решить проблемы, входящие в блок «загрязнение атмосферного воздуха».

Около берегов р. Цкалцители несколько десятков лет назад на 70 тыс. га был разведен Корпский дубовый лес, который на сегодняшний день весь вырублен и уничтожен [2]. Входящий в Кутаиси дубовник, площадь которого 400 га, в наибольшей части вырублен, часть устарела и требует обновления.

В Имеретинском лесу в основном представлены такие породы деревьев, как граб, дуб, бук, каштан, ясень. В горных областях распространены вечнозелёные широколиственные леса, а также буковник-каштанник, количество которых сократилось по сравнению с первичным состоянием. Аджаметский лес является частью Колхидского леса. Его площадь составляет 3,4 тыс га, где представлены ценные виды Имеретинского и Аджаметского дуба; он является государственным заповедником, где фрагментарно находятся эндемические и селективные породы [1].

В заповеднике Сатаплии несколько веков назад существовал прекрасный лес, но в результате беспорядочной эксплуатации он почти уничтожен. Только с 1934 г., когда территория Сатаплии была объявлена заповедником, она покрылась вторичным лесом. В заповеднике, кроме разнообразных лиственных пород деревьев, встречается и верба, которая украшает верхний ярус больших деревьев. Его площадь 500 га. Цхалтубская вековая зона, где представлены вечнозеленые ель и сосна, сегодня стала меньше из-за интенсивных вырубок [3]. В середине 50-х годов прошлого века на Имеретинской равнине были представлены орех, каштан, дуб и другие лиственные деревья.

Лес, который расположен вдоль Кутаисско-Цхалтубской дороги, сегодня уничтожен из-за вырубки деревьев. Общая лесистость Имеретинской территории до 90-х годов прошлого века составляла 34 %, сегодня осталось лишь 26 %. С момента обретения независимости в 1991 г. леса Грузии сильно пострадали от плохого управления, в результате чего широко распространены нелегальная заготовка древесины и неконтролируемая эксплуатация топливной древесины, что обусловлено острым энергетическим кризисом в зимние месяцы.

В Кахетии, особенно в Телави, леса в поймах тоже оказались в сложной ситуации. Экологическая и экономическая ценность лесов значительно снизилась. В течение многих лет древесина незаконно вывозилась за границу. Из-за доступности в поймах, вырубали лес. Это обусловлено его флористическим и фаунистическим составом. Пойменный лес является водно-болотной экосистемой со своими экологическими характеристиками, что еще больше увеличивает его биологическое значение. Его экономическая ценность очень велика для населения Кахетинского региона. С точки зрения биоразнообразия Алазанская пойма является местом обитания широкого спектра природоохранных растений и животных. Следует отметить, что в прошлом и в настоящем времени возникла серьезная проблема затопления лесов Кахетинского региона. Поймы Алазани особенно пострадали от неуправляемых сельскохозяйственных процессов. Присутствие ферм и рыбоводческих хозяйств в пойме развивает инфраструктуру, увеличивает беспокойство для флоры и фауны и загрязняет среду обитания [8].

Есть также некоторые проблемы с использованием лесов. Здесь работают неквалифицированные люди, которые не знают правил использования древесины. Пытаясь выполнить работу при минимальных затратах, они не обращают внимания на уклон, направление дороги, скорость появления всходов, бревна, которые вызывают опускание слоя почвы и создают условия для развития эрозионных процессов. Вырубка лесов также привела к различным негативным процессам. Во многих местах сосновые леса были заменены лиственными лесами, буком, грабом и лесной растительностью с полевой. Вторичная растительность, возникающая в результате антропогенного воздействия, иногда занимает такую большую площадь, что в некоторых случаях она может считаться зональной, хотя её территория не совпадает с общей схемой зонирования. Это связано с вековым воздействием человека на первичную зональную растительность в очень сильной степени.

Выводы. Анализ взаимодействия природной среды и городов показывает, что создание благоприятных условий для населения зависит от того, насколько планомерно проводятся мероприятия по защите и восстановлению всех природных компонентов. Главным направлением считается соблюдение чистоты атмосферного воздуха, защита земельных ресурсов, озеленение городов, сохранение ресурсов вод. За последние годы государство провело много важных мероприятий. Прекращено опустошение и истребление лесов, но для восстановления первичного вида необходимо проведение еще целого ряда мероприятий. Исследование

показало, что ситуация в системе озелененных территорий очень сложная. Развитие озелененных территорий считается приоритетным направлением для властей, однако тенденция разрушения парков, садов, скверов, лесов продолжается.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бердзенишвили Н. Климатические ресурсы Имеретинского региона / Н. Бердзенишвили – Тбилиси, 2012.
2. Сепертеладзе З. Физико-географическое районирование и ландшафтно-экологические проблемы / З. Сепертеладзе. – Тбилиси, 2009.
3. Сепертеладзе З. Ландшафтные Исследования и ландшафтно-экологические проблемы / З. Сепертеладзе. – Тбилиси, 2014.
4. Элизбарашвили Э. Климатические ресурсы Грузии Институт гидрометеорологии / Э. Элизбарашвили. – Тбилиси, 2007.
5. Тбилиси. Экономическо-географическое исследование / Под ред. В. Джаошвили. – Тб., 1989. (на грузинском яз., перевод здесь и далее автора).
6. Лэндри Ч. Возрождение городов через культуру / Ч. Лэндри, Л. Грин, Ф. Матарассо, Ф. Бьянчини. – М., 1999. – С. 24–52.
7. Вардосанидзе В. Озеленение Старого Тбилиси. Историческая ретроспектива и градостроительный контекст : Рукопись / В. Вардосанидзе. – Фонд охраны культурного наследия Грузии, 2005.
8. Ратиани Н. Результаты интродукции эндемических, редких и находящихся на грани уничтожения растений Кавказа в Тбилисском ботаническом саду / Н. Ратиани, Цицвидзе, А. Асиешвили, Л. Ерадзе, Н. Сирадзе // Тр. Тбилисского ботанического сада. – 2001. – № 91. – С. 124–150.

УДК 631.58:332.66

СЕВООБОРОТЫ КАК БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКТОР УСТОЙЧИВОСТИ ПРОДУКЦИОННОГО ПРОЦЕССА

Бурлуцкий Валерий Анатольевич, *кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБНУ «Калужский НИИСХ»,* ***Россия****, Калужская сельскохозяйственная опытная станция, v.burlutsky@yandex.ru*

В длительном полевом опыте изучена продуктивность короткоротационных севооборотов с различной степенью насыщения бобовыми культурами на фоне естественного плодородия, показано преимущественное влияние агроклиматических условий года, севооборотов и степени насыщенности их структуры на валовую энергетическую продуктивность агроценозов. Установлено, что для яровых зерновых наилучшим предшественником является занятый пар.

Ключевые слова: севообороты, бобовые, зерновые, предшественник, энергетическая продуктивность

CROP TURNS AS A BIOLOGICAL FACTOR OF SUSTAINABILITY OF THE PRODUCTION PROCESS

Burlutsky V. A.

In a long field experiment, the productivity of short-rotated crop rotations with varying degrees of saturation with legumes against a background of natural fertility was studied, the predominant influence of agroclimatic conditions of the year, crop rotations and the degree of saturation of their structure on the gross energy productivity of agrocenoses was shown. It has been established that for spring cereals, the best precursor is occupied steam.

Keywords: crop rotation, legumes, cereals, predecessor, energy productivity

Введение. Современные системы земледелия неразрывно связаны с более рациональным и интенсивным использованием производственных факторов, в которых научно обоснованные адаптивные севообороты и биологизация процессов производства являются императивными условиями для роста и стабилизации продуктивности агрофитоценозов, расширен-

ного воспроизводства плодородия почв, энергетической и экономической их окупаемости [1–7]. В этой связи совершенствование структуры севооборотов на основе использования биологических факторов в продукционном и средообразующем процессах, системы применения минеральных удобрений и других приемов является важной задачей современного земледелия.

Цель исследований. Оценка эффективности короткоротационных севооборотов как биологического фактора продукционного процесса.

Условия, материалы и методы. Исследования проведены в 1999–2019 гг. в соответствии с общепринятыми методами в стационарном полевом опыте в ФГБНУ «Калужский НИИСХ» на серых лесных среднесуглинистых почвах: площадь делянки 110 м^2, повторность 3-кратная, расположение ярусное. Изучали продуктивность культур пятипольных севооборотов на фоне естественного плодородия: зернопропашной с 30 % насыщением бобовыми (люпин / горох – картофель – гречиха – викоовсяная смесь – пшеница яровая); зернопропашной с 40 % насыщением (люпин / горох – картофель – ячмень с подсевом клевера – клевер – пшеница яровая); зернотравяной с 60 % насыщением (люпин / горох – пшеница яровая с подсевом клевера – клевер 1 г. п. – клевер 2 г. п. – пшеница яровая). Почва на момент закладки опыта: pH 4,9…5,0; N л. г. – 5,8…6,3; усвояемых форм P2O5 – 13,4…15,6; K2O – 10,1…11,1 мг/100 г почвы.

Результаты и обсуждение. Продуктивность агроценозов зависела на 55,5 % от уровня обеспеченности агроклиматическими элементами, на 33,9 % структурой и на 10,6 % степенью насыщенности севооборотов бобовыми [8–10]. Продуктивность имела волновую функцию с основным периодом в 4 года, и на фоне естественного плодородия наблюдалась динамика ее снижения (рисунок).

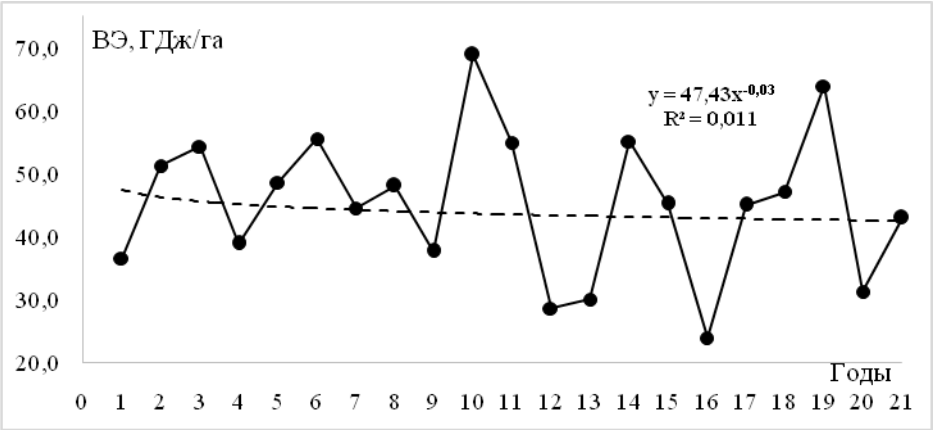


Рисунок – Продуктивность агроценозов, ВЭ ГДж/га (1999-2019 гг.)

Наиболее энергопродуктивными были агроценозы при 40 % насыщении структуры севооборотов зернобобовыми и бобовыми многолетними травами – 47,3 ГДж/га. Дальнейшее увеличение числа полей бобовых усиливало степень ее вариабельности до 33,6 %. Наиболее стабильными по уровню продуктивности были агроценозы картофеля – 28,2–31,2 %, наибольшая степень вариабельности отмечена в посевах зернобобовых и клевера 2 г. п. – 45,4–63,9 %, зерновых – 40,1–47,4 %. Увеличение бобовых до 40 % в структуре способствовало росту продуктивности севооборотов в среднем на 15,4 % (таблица 1).

Полевое кормопроизводство было наиболее энергоемким – 87,5 ГДж/га, производство зерна зернобобовых – наименее (29,0 ГДж/га). Наибольший выход зерновой продукции был в севообороте с 40 % насыщением, зеленой массы – с 60 % насыщением. Увеличение бобовых в структуре способствовало увеличению производства зерна и зеленой массы в 2 раза, удельное соотношение зерновых к зернобобовым возросло в 10 раз, коэффициент производства зеленой массы к зерну бобовых – в 2 раза (таблица 2).

Таблица 1 – Продуктивность культур в зависимости от степени насыщенности структуры севооборотов бобовыми, ВЭ ГДж/га (1999–2019 гг.)

Культура севооборота	Среднее	Lim		Cv, %
		max	min	
30 % насыщение бобовыми культурами				
Люпин / Горох	27,9	61,0	6,4	58,3
Картофель	73,5	101,1	33,3	28,2
Гречиха	17,4	38,9	7,5	41,5
Вика – овес	67,1	145,9	10,4	54,1
Пшеница яровая	30,9	56,0	10,2	47,4
Среднее по севообороту	43,3	65,4	24,6	25,5
40 % насыщение бобовыми культурами				
Люпин / Горох	28,0	60,2	6,1	57,4
Картофель	80,0	140,0	36,1	31,2
Ячмень	31,2	61,0	12,6	40,1
Клевер 1 г. п.	64,2	153,9	18,1	59,1
Пшеница яровая	33,0	72,4	14,9	45,4
Среднее по севообороту	47,3	73,4	25,8	25,5
60 % насыщение бобовыми культурами				
Люпин / Горох	31,0	87,4	8,5	63,9
Пшеница яровая	31,9	58,4	10,8	43,1
Клевер 1 г. п.	68,2	165,6	21,9	61,4
Клевер 2 г. п.	63,0	126,5	23,4	45,4
Пшеница яровая	32,9	69,8	11,0	44,4
Среднее по севообороту	45,4	75,5	21,4	33,6
Среднее по севооборотам	45,4	68,9	24,0	25,5
% лучший к контролю	9,2	15,4	4,9	-

Таблица 2 – Структура продуктивности севооборотов, ВЭ ГДж/га (1999–2019 гг.)

Продукция / Культуры	Степень насыщения, %			Эффект, число раз	Среднее по севооборотам
	30	40	60		
Зерно (зернобобовые)	27,9	28,0	31,0	1,0	29,0
Зерно (зерновые)	30,9	64,2	64,8	2,1	53,3
Картофель	73,5	80,0	-	1,1	76,8
Зеленая масса (бобовые)	67,1	64,2	131,2	2,0	87,5
Отношение зерна зерновых к зерну зернобобовых, %	10,8	129,3	109,0	10,1	83,8
Отношение зеленой массы к зерну зерновых, %	117,2	0,0	102,5	0,9	73,2
Отношение зеленой массы к зерну зернобобовых, %	140,5	129,3	323,2	2,3	201,7

В свою очередь выбор предшественника оказывал влияние на продуктивность яровых зерновых, наилучшим предшественником был пласт многолетних трав, менее удачным – занятый пар (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние предшественника на продуктивность яровых зерновых, ВЭ ГДж/га (1999–2019 гг.)

Предшественник	Зерновые яровые	% к контролю
Пропашные (контроль)	24,3	–
Занятый пар	31,4	29,2
Многолетние травы,	33,0	35,8

Выводы. В результате проведенных 20-летних исследований в стационарном полевом опыте на серых лесных почвах в Калужской области была установлена зависимость продуктивности биологизированных севооборотов на 55,5 % от годовых агроклиматических условий, на 33,9 % от структуры и на 10,6 % от степени насыщенности бобовыми культурами. Увеличение доли бобовых до 40 % в структуре способствовало повышению продуктивности на 15 % в расчете на одно поле севооборота. Наилучшим предшественником для яровых зерновых был пласт многолетних трав (на 35,8 % выше относительно уровня пропашных) и предшественником второй линии – занятый пар.

ЛИТЕРАТУРА

1 Лифаненкова Т. П. Изменение продуктивности зернотравянопропашного севооборота в зависимости от системы удобрений / Т. П. Лифаненкова // Земледелие. – 2012. – № 1. – С. 14–17.

2 Воропаев В. Н. ГСАС «Елецкая». Баланс гумуса в серой лесной почве в зависимости от удобрений и севооборота / В. Н. Воропаев, О. М. Ивлева // Плодородие. – 2005. – № 3 (23). – С. 3–4.

3. Шаталина Л. П. Оценка полевых севооборотов на выщелоченном черноземе Челябинской области / Л. П. Шаталина // Земледелие. – 2009. – № 8. – С. 30-31.

4. Семешкина П. С. Продуктивность севооборотов в зависимости от системы внесения минеральных удобрений / П. С. Семешкина, В. Н. Мазуров, В. А. Бурлуцкий, Н. М. Стятюгина // Вестник ОрелГАУ. – 2017. – № 4 (67). – С. 57–61.

5. Иванова А. Н. Приемы основной обработки и свойства дерново-подзолистых почв / А. Н. Иванова, В. И. Панов // Земледелие. – 2007. – № 5. – С. 20–21.

6. Сухов А. Н. Эколого-энергетическая оценка приемов минимизации основной обработки почвы в сухостепной зоне Нижнего Поволжья / А. Н. Сухов, И. А. Беляков // Земледелие. – 2012. – № 1. – С. 22–23.

7. Орлов А. Н. Ресурсосберегающие системы зяблевой обработки почвы в современном земледелии / А. Н. Орлов // Нива Поволжья. – 2007. – № 2 (3). – С. 17–20.

8. Кащенко А. С. Энергетическая оценка технологий в земледелии : методические рекомендации / А. С. Кащенко. – СПб. – Пушкин. – 1994. – 29 с.

9. Бурлуцкий В. А. Влияние агроклиматических условий на продуктивность озимой пшеницы в условиях Мещовского ополья / В. А. Бурлуцкий, А. Ф. Пэлий / Инновационные разработки для развития отраслей сельского хозяйства региона : Сб. науч. тр. по материалам науч.-практ. конф. с междунар. участием / Под ред. В. Н. Мазурова. – 2019. – С. 242–245.

10. Мазуров В. Н. Особенности проведения весенне-полевых работ в Калужской области в 2019 году : Руководство / В. Н. Мазуров, П. С. Семешкина, В. А. Филоненко, В. Н. Лукашов [и др.]. – Калуга : ФГБНУ «Калужский научно-исследовательский институт сельского хозяйства», 2019. – 36 с.

УДК 631.879.42

ВЛИЯНИЕ КОМПОСТОВ НА ОСНОВЕ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ЧЕРНОЗЕМА

Шимко Анастасия Евгеньевна, *ООО «Энки»,* ***Россия****, г. Ростов-на-Дону, shimko@list.ru*
Безуглова Ольга Степановна, *доктор биологических наук, профессор, Южный федеральный университет,* ***Россия****, г. Ростов-на-Дону, lola314@mail.ru*
Горбов Сергей Николаевич, *доктор биологических наук, Южный федеральный университет,* ***Россия****,г. Ростов-на-Дону, gorbow@mail.ru*

Внесение компостов на основе осадка сточных вод в чернозем сопровождается увеличением биологической активности почвы и соответственно ростом эмиссии углекислого газа примерно в 2–4 раза.
Ключевые слова: осадок сточных вод, компосты, эмиссия углекислого газа

THE EFFECT OF COMPOSTS BASED ON SEWAGE SLUDGE ON THE BIOLOGICAL ACTIVITY OF CHERNOZEM

Shimko A. E., Bezuglova O. S., Gorbov S. Ni.

The introduction of composts based on sewage sludge into chernozem is accompanied by an increase in the biological activity of the soil and, accordingly, an increase in carbon dioxide emission by about 2–4 times.
Key words: sewage sludge, composts, carbon dioxide emissions

Интенсификация земледелия на фоне недостаточного внесения в почву органического вещества приводит к повышенной минерализации гумуса – основного носителя плодородия. Поэтому, как справедливо отмечают в своей монографии В. И. Терпелец, Ю. С. Плитинь [8],

в настоящее время проблема сохранения гумуса и повышения плодородия почв становится одной из главных.

Хроническая нехватка традиционных органических удобрений вызывает необходимость исследовать возможность использования в качестве органических удобрений различные компосты, солому, опилки, лесной опад, зеленые растения, сапропель. Большой интерес представляет использование такого местного удобрения, как канализационный ил – осадок сточных вод (ОСВ) городских очистных сооружений. Из литературных данных следует, что в большинстве случаев по удобрительной ценности ОСВ не уступают подстилочному навозу [2–7, 8–10].

Цель данной работы – определить влияние компостов на основе ОСВ на биологическую активность чернозема и содержание в нем органического вещества.

Материалы и методы исследования. Влияние внесения осадков сточных вод на эмиссию CO_2 в воздух изучали в ходе модельного лабораторного опыта, в котором использовали различные компосты на основе осадка сточных вод. Схема опыта приведена в таблице 1.

Компост на основе ОСВ (КК) получали следующим образом: сырой осадок сточных вод смешивали с органическими остатками (солома, опилки). Доля органики составляла ¼ часть. Компост выдерживался в течение 12 мес. Биогумус (ВК) получали из компоста на основе кека путем его переработки червем «Старатель».

Таблица 1 – Схема модельно-лабораторного опыта по изучению влияния ОСВ и компостов на их основе и БУ на эмиссию углекислого газа

№ п/п	Вариант	Биодобавка	Доза, т/га
1	Контроль – К1	Почва без добавок	-
2	К1+КК10	Компост на основе ОСВ	10
3	К1+КК40	Компост на основе ОСВ	40
4	К1+ВК10	Вермикультура на основе кека	10
5	К1+ВК40	Вермикультура на основе кека	40

Компостирование вели в сосудах на 500 г, почва для компостирования взята из пахотного горизонта (0–30 см) в Аксайском районе Ростовской области (чернозем обыкновенный карбонатный мощный тяжелосуглинистый). После набивки сосудов почва была увлажнена до 65 % от ПВ, и эта влажность поддерживалась на протяжении всего периода наблюдений. В помещении была оптимальная для жизнедеятельности микроорганизмов температура (23–24 ^{o}C). Контроль за эмиссией CO_2 (дыхание почвы) осуществлялся в динамике: спустя сутки после начала компостирования, трое суток, 10 и 14 сут. Учет выделяющегося в течение суток CO_2 проводили по методу Галстяна. Определение величин pH и ППП (потери при прокаливании) велись стандартными методиками [1].

Результаты и обсуждение. Спустя сутки после начала опыта биологическая активность чернозема обыкновенного карбонатного, оцениваемая по интенсивности дыхания, характеризуется, в соответствии со шкалой сравнительной оценки, как очень высокая.

Однако уже на четвертый день интенсивность дыхания резко снижается и в дальнейшем колеблется в пределах градации «высокая», а через две недели понижается до оценки «средняя». Через полгода наблюдается увеличение интенсивности дыхания вновь до оценки «очень высокая». Вероятно, это обусловлено тем, что к этому времени состояние почвенной системы в сосудах можно охарактеризовать, как «динамическое равновесие».

Результаты эксперимента свидетельствуют, что компосты на основе ОСВ способствуют росту интенсивности дыхания и увеличению эмиссии двуокиси углерода в атмосферу (рисунок 1). На протяжении всего времени наблюдения биологическая активность почвы на всех вариантах с внесением компостов оценивалась как очень высокая или высокая. При внесении вермикомпоста на основе ОСВ (вар. 4, 5) с увеличением дозы удобрения возрастает и интенсивность дыхания. Причем рост интенсивности дыхания не пропорционален увеличению дозы внесения. На варианте с внесением компоста на основе ОСВ картина обратная: увеличение дозы приводит к снижению эмиссии CO_2, что, возможно, обусловлено некоторым токсическим или ингибирующим эффектом по отношению в микрофлоре. На всех вариантах со временем наблюдается тенденция к снижению биологической активности.

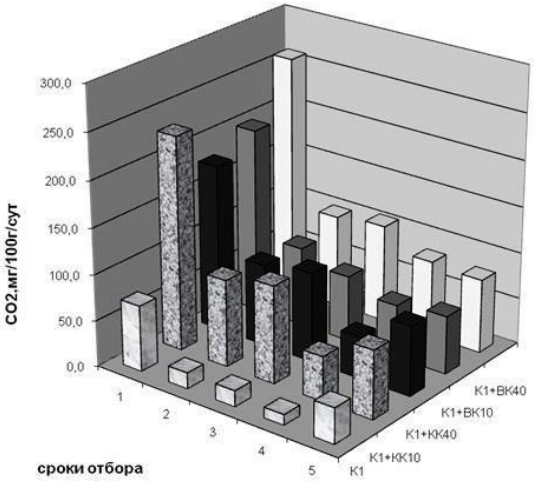


Рисунок 1 – Влияние компостов на основе ОСВ на интенсивность дыхания в черноземе обыкновенном карбонатном ($A_{пах}$).
Сроки отбора: 1 – сутки компостирования; 2–3 сут; 3–10 сут; 4–14 сут, 5–½ года.
Варианты: К1 – контроль (почва без добавок), КК – кек после компостирования, ВК – вермикультура на основе кека.

Однако при сравнении с чистым контролем (где органические вещества не вносились) на вариантах с высокими дозами компостов наблюдалось значительно более высокое выделение CO_2, что свидетельствует о незавершенности процессов разложения и гумификации внесенных органических добавок.

Эксперимент показал также, что величина pH при внесении вермикомпоста, особенно в повышенной дозе, снижалась на 0,1–0,22 единицы, в то время как добавки на основе осадков сточных вод практически не влияли на этот показатель.

Определение ППП (потерь при прокаливании) показало, что через три дня после внесения органических добавок содержание органического углерода значимо увеличивается на всех вариантах с добавками, причем пропорционально внесенной дозе. Через полгода компостирования количество органического углерода практически на всех вариантах лишь незначительно выше контрольного значения, что свидетельствует об ускоренной минерализации вновь внесенной органики.

Таким образом, использование осадков сточных вод приводит к снижению биологической активности почвы в первые трое суток после внесения и значительному увеличению эмиссии CO_2 к концу второй недели наблюдения. Внесение компостов на основе ОСВ в чернозем обыкновенный карбонатный сопровождается увеличением биологической активности почвы и соответственно ростом эмиссии углекислого газа примерно в 2–4 раза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв [Текст] / Е. В. Аринушкина. – М. : Изд-во МГУ, 1970. – 487 с.

2. Белюченко И. С. Влияние сложного компоста на свойства почвы и расширение экологических ниш в агроландшафте [Текст] / И. С. Белюченко // Научный журнал КубГАУ. – 2014. – № 104 (10). – С. 1–21. http://ej.kubagro.ru/2014/10/pdf/056.pdf

3. Беляева С. Д. Организация работ по использованию осадков сточных вод в качестве удобрения [Текст] / С. Д. Беляева, В. А. Ситников, Е. В. Покровская // Водоснабжение и санитарная техника. – 2002. – 312. – Ч. 1. – С. 30.

4. Богатырев С. М. Экологическая оценка эффективности использования осадков сточных вод в качестве удобрения в условиях Курской области [Текст] : Автореф. дис. … канд.с.-х. наук / С. М. Богатырев. – Курск, 1999. – 24 с.

5. Козлов М. Н. Использование компоста на основе осадков сточных вод московских очистных сооружений для повышения плодородия почв [Текст] / М. Н. Козлов, В. И. Скляр, В. А. Грачев, Ю. А. Николаев, А. Я. Ванюшина // Сб. докл. Конгресса ЭКВАТЭК. В 2 частях / Под общ. ред. Л. И. Эльпинера. – М., 2006. – С. 767–768.

6. Котов А. В. Обезвреживание и утилизация осадков городских сточных вод малых населенных пунктов [Текст] : автореферат дис. ….канд. тех. наук /А. В. Котов. – Нижний Новгород, 2005. – 22 с.
7. Лучицкая О. А. Применение компоста на основе осадка сточных вод для выращивания растений [Текст] / О. А. Лучицкая, С. М. Севостьянов // Плодородие. – 2016. – № 1 (88). – С. 47–50.
8. Терпелец В. И., Гумусное состояние чернозема выщелоченного в агроценозах Азово-Кубанской низменности : монография [Текст] / В. И. Терпелец, Ю. С. Плитинь. – Краснодар : КубГАУ, 2015. – 127 с.
9. Юдин А. Г. Переработка осадков сточных вод для использования на землях сельскохозяйственного назначения [Текст] / А. Г. Юдин // Сборник докл. Конгресса ЭКВАТЭК. В 2 частях / Под общ. ред. Л. И. Эльпинера. – М., 2006. – С. 795–797.
10. Яшкина А. А. Агрохимические показатели компостов на основе осадков сточных вод, полученных при добавлении различных наполнителей [Текст] / А. А. Яшкина, О. А. Федорова, Е. А. Кирдишова // Проблемы региональной экологии. – 2018. – № 1. – С. 45–49.

УДК 630*935.2

К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ ПИТОМНИКА НА ТЕРРИТОРИИ ЯКУТИИ

Степанова Дария Ивановна, *кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО «Якутская государственная сельскохозяйственная академия»,* ***Россия, Республика Саха****, г. Якутск, grig_mf@mail.ru*
Григорьев Михаил Федосеевич, *кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО «Якутская государственная сельскохозяйственная академия»,* ***Россия****,* ***Республика Саха****, г. Якутск, grig_mf@mail.ru*
Григорьева Александра Ивановна, *ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова»,* ***Россия****,* ***Республика Саха****, г. Якутск, grig_mf@mail.ru*

Создание питомника для выращивания сеянцев и саженцев древесно-кустарниковых, плодово-ягодных, декоративных, а также лесокультурного посадочного материала актуально для Якутии. Конструктивная часть базируется на классической модернизированной схеме. Предлагается активное сотрудничество с муниципальной администрацией, предприятиями, крестьянско-фермерскими хозяйствами и индивидуальными предпринимателями, частными домовладельцами. В перспективе создаваемый питомник может стать базой для решения приоритетных перспективных задач: увеличения рекреационной способности городских земель и восстановления нарушенных лесных земель; популяризации научно-технических разработок.
Ключевые слова: плодово-ягодные культуру, лесная растительность, посадочный материал, питомник.

TO THE QUESTION OF CREATING A KENNEL IN THE YAKUTIAN TERRITORY

Stepanova D. I., Grigorev M. F., Grigoreva A. I.

Creating a nursery for growing seedlings and seedlings of tree-shrubbery, fruit, berry, ornamental, as well as forest planting material is relevant for Yakutia as a whole. The constructive part is based on the classic scheme having modernization. Active cooperation is proposed with the municipal administration, enterprises, peasant farms and individual entrepreneurs, private homeowners. In the future, the created nursery can become the basis for solving priority future tasks: increasing the recreational ability of urban lands and restoring disturbed forest lands; popularization of scientific and technological developments.
Key words: berries, forest vegetation, system of measures.

По разным оценкам в России имеется около 300–400 крупных питомников, которые специализируются на производстве сеянцев и саженцев плодово-ягодных, древесно-кустарниковых пород, мощность производства которых варьирует от 4 до 15 млн шт. саженцев и рассады. Индустриализация и возрастающее техногенное воздействие требуют расширения зеленых зон, парков, увеличения рекреационной емкости общественных мест. По предварительной оценке многих экспертов, для РФ необходим минимум 10 тысяч питомников, размещение которых должно варьировать с учетом плотности населения, территории и специфики природно-климатических условий [1, 2, 10].

Республика Саха (Якутия) имеет площадь 3 083 523 км² что составляет 18,03 % от площади РФ, и является самым большим регионом страны [6]. Лесной фонд занимает 82,5 % от общей площади республики. Хвойные формации занимают 98,6 % площади. Распределение по возрастам неравномерно, на спелые и перестойные древостои приходится 46,4 % от покрытых лесом земель. Корневой запас древесных ресурсов превышает 8,88 млрд м^3, где на долю хвойного сектора приходится около 99 % или 8,79 млрд м^3. Средний запас 1 га покрытого леса равен 65,5 м^3, в том числе в хвойных 65,8 м^3 и лиственных 46,5 м^3. Наличие лесосырьевых ресурсов создают предпосылки для развития лесопромышленного комплекса (ЛПК) [5]. При этом необходимо добавить, что принцип рационального лесопользования рассматривает систему возобновления, т. е. изъятое должно быть компенсировано в полном объеме.

Ежегодные многочисленные лесные пожары на больших площадях, рубки, стихийные и антропогенные воздействия угнетают лесную природную среду, сокращая территорию лесных формаций [3]. При этом общеизвестно, что искусственное лесовосстановление более надежное с технической точки зрения.

Садоводы на рынке посадочного материала проявляют интерес к сотрудничеству с производителем «проверенного» ассортимента древесно-кустарниковых пород, которые удовлетворяют требованиях природно-хозяйственной специфики района. В ДФО РФ высоко ценятся декоративные растения – это не только деревья и кустарники, но и плодово-ягодные культуры. От контрастности ассортимента посадочного материала и их качества зависит структура и состояние, урожайность садов, а значит, и само направление отрасли садоводства. Социальная сторона будет обеспечиваться за счет удовлетворения спроса населения качественной экологически чистой плодово-ягодной продукцией [1, 2, 10].

Общеизвестно, что плодово-ягодные культуры являются хорошим источником витаминов, минеральных и питательных веществ, которые жизненно необходимы для нормального функционирования организма человека и дефицит которых может вызвать серьезные нарушения обмена веществ, в совокупности влияя на общее состояние здоровья [4, 8, 9].

С восточной стороны питомника расположена конюшня, с северной он ограничен теплотрассой, с юго-западной граничит с грунтовой дорогой, т. е. с точки зрения логистики и инженерных систем объект расположен удачно. Рельеф участка представлен неровностями, микропонижениями, которые залиты талыми водами. Механический состав почв супесчаный, содержание гумуса по территории колеблется. Травянистый покров представлен луговыми травами и сорной растительностью.

Основной комплекс технического оснащения питомника – собственного производства [7]. Предлагается техническое обновление водоснабжения под индивидуальные требования растительности, а также регулирование микроклимата (свет, тепло, влага), энергообеспечение теплицы (аккумулирование и перераспределение), комплексная механизации питомника. Малогабаритная техника для ухода, сбора и хранения, первичной и глубокой переработки продукции питомника будет сконструирована на основе адаптированности к условиям криолитозоны.

В программе организации питомника особое место отведено сотрудничеству с муниципальной администрацией в целях озеленения города. В рамках проекта будет предлагаться заключение договоров по благоустройству территорий. Договора будут заключаться с частными домовладельцами, предприятиями, крестьянско-фермерскими хозяйствами и индивидуальными предпринимателями.

Социальная сторона проекта – популяризация научных разработок, производство экологической продукции плодово-ягодной продукции, занятость населения, создание учебного и научного полигона для внедрения агротехнологии. В перспективе предлагаемый питомник может стать основой для решения приоритетных перспективных задач: улучшение качества жизни; устойчивое развитие сельских территорий; увеличение рекреационной способности городских земель и восстановление нарушенных лесных земель; популяризация научно-технических разработок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бизнес-план. Питомник по выращиванию растений. URL: http: //hcfe.ru/files/business/bp_pitomnik.pdf

2. Бизнес-план. Питомник растений. URL: https://xn--80aaggvgieoeoa2bo7l.xn--p1ai/storage/bp/bp-14.pdf

3. Григорьев М. Ф. Перспективные пути повышения эффективности лесного хозяйства в республике Саха (Якутия) / М. Ф. Григорьев // Повышение эффективности лесного комплекса : Материалы IV Всеросс. науч.-практ. конф. с международным участием. – 2018. – С. 46-47.

4. Козлов И. Д. Основы рационального питания / И. Д. Козлов. – Минск, 2004. – 95 с.

5. Лесной план Республики Саха (Якутия). Том 1: Пояснительная записка // Филиал ФГУП «Рослесинфорг», «Прибайкаллеспроект»; Якутский филиал Всероссийского института экономики минерального сырья и недропользования Министерства природных ресурсов Российской Федерации. – Якутск, 2008. – 243 с.

6. Площадь Российской Федерации. Площади республик / областей / регионов России. URL: http://www.statdata.ru/ploshchad/rossii

7. Пудова Т. М. Перспективный план организации питомника / Т. М. Пудова, М. Ф. Григорьев, Л. М. Михайлова // Аграрная наука: вызовы и перспективы : материалы региональной науч.-практ. конф. (Якутск, 30 ноября 2018 г.). – Чебоксары : ИД «Среда», 2018. – С. 202–206.

8. Самсонов М. А. Питание людей пожилого возраста / М. А. Самсонов, В. А. Мещерякова. – М. : Медицина, 1979. – 80 с.

9. Скавронский В. И. Источники витаминов и минеральных веществ в питании пожилых / В. И. Скавронский // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. – 2012. – № 2 (38). – С. 104–107.

10. Создание питомника плодовых и ягодных культур (Бизнес-план). URL: http://ru272.ru/?page_id=40

УДК 551

ИЗУЧЕНИЕ ГОДОВОЙ ДИНАМИКИ ВЛАЖНОСТИ И ТЕМПЕРАТУРЫ ПОЧВЫ В ЗАПОВЕДНИКЕ «КОДРИЙ»

Баркарь Екатерина Васильевна, *кандидат биологических наук, Заповедник «Кодрий,* ***Республика Молдова,*** *Страшенский район, село Лозово, ecaterina.barcari@mail.ru*

Территория Заповедника расположена в наиболее возвышенной части западной окраины Кодр, сформировавшихся в условиях тектонического подъема в сочетании с эрозионными и оползневыми процессами, вследствие чего Кодры приобрели черты псевдогорного ландшафта с абсолютными высотами более 400 м, глубиною врезанности долин 250 м и глубже. В этих условиях всегда ярче прослеживается особенности почвообразования, закономерности распространения почв и типов леса в зависимости от высоты местности и рельефа, литологии почвообразующих пород. Влияние рельефа на режим влажности почв очень многообразно и оказывает существенное влияние как на почвообразование, так и на формирование запасов продуктивной влаге в почвах [2].

Ключевые слова: промывной режим, дуб, бук, свежая дубрава, светло-серая лесная почва, темно-серая лесная почва, псевдорендзина, аллювиально-слоистые почвы.

A STUDY OF THE ANNUAL DYNAMICS OF MOISTURE AND TEMPERATURE OF SOIL IN THE NATURE RESERVE "CODRII»

Barkari E. V.

The Reserve is situated in the most elevated Western edge of Codrii, formed under conditions of tectonic rise combined with erosion and landslides, resulting in the Codri acquired traits pseudovinae landscape with heights more than 400 m, depth of brazennose valleys of 250 m and deeper. Under these conditions, the features of soil formation, patterns of soil distribution and forest types are always more clearly traced, depending on the height of the terrain and terrain, and the lithology of soil-forming rocks. The influence of terrain on the soil moisture regime is very diverse and has a significant impact on both soil formation and the formation of productive moisture reserves in soils.

Keywords: wash mode, oak, beech, fresh oak, light gray forest soil, dark gray forest soil, pseudorendzina, alluvial-layered soils.

Молдова – страна равнинная, настоящих гор – нет. Тем не менее ее территория отличается разнообразием условий (рельефа, растительности, почв). Максимальная высотная

отметка составляет 430 м. Преобладают холмистые равнины. На возвышенностях серые лесные почвы, в Кодрах – буроземы [1].

Тип бурых почв сформировался на верхних частях водоразделов [8] Центрально-Молдавской возвышенности (Кодры) под лесами с участием бука (*Fagus sylvatica* L.) и скального дуба (*Querqus petraea* Liebl.). Серые почвы – на возвышенностях лесостепи под дубравами с преобладанием черешчатого дуба (*Querqus robur* L.).

Пробные площади расположены на верхней и средней частях склонов с грунтовыми водами на большой глубине [9]. Для этих площадей характерен периодический промывной режим, т. е. когда почвенный профиль выщелачивается до уровня грунтовых вод только в те годы, когда выпадают обильные осадки. Влажность в почве поддерживается только атмосферными осадками [3, 6].

Описание пробных площадей произведены в соответствии с проектом организации и развития лесного хозяйства Государственного Заповедника «Кодрий» и таксационного описания 2010 г., в котором было учтено исследование лесной растительности [4].

Пробная площадка 12А:

Тип леса – свежая дубрава из дуба скального [4].

Тип почвы (классификация Урсу, 1999) – серая лесная светлая почва [7].

Средний склон, северо-западная экспозиция склона, 26°, высота н. ур. м. – 185 м.

Возраст 120 лет.

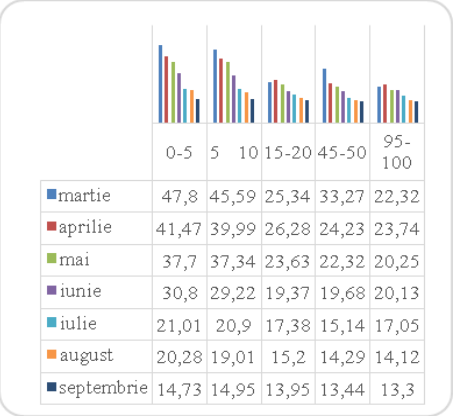
Производственный класс – 3;

Консистенция – 0,70.

Почвенные образцы брались из почвенных слоев на глубине: 0–5; 5–10; 15–20 см; 45–50; 95–100 см в каждой декаде месяца [3, 9]. Температура почвы отмечалась на глубине 0–5 и 95–100 см. Данные были включены в соответствующую главу Летописи Природы, 2019 г. выпуска.

Средняя влажность серой лесной светлой почвы под свежей дубравой из дуба скального (12А) в период вегетации 2019 г. (слой 0–100 см) составляла: в марте – 34,85; апреле – 31,14; мае – 28,29; июне – 23,84; июля – 18,3; август – 16,58 и сентябрь – 14,07 %. Показатели выше по сравнению с периодом вегетации 2018 г за исключением сентября (14,71 %): 31,28 (март); 28,18 (апрель); 18,81 (май); 19,21 (июнь); 17,97 (июль) и 15,73 % (август) (рисунок 1).

Самые низкие температуры за вегетационный период были зафиксированы в марте – 8,5 ^{0}C (0–5 см) и 6,6 ^{0}C (95–100 см); самые высокие – 26,3 ^{0}C (0–5 см) и 19,8 ^{0}C (95–100 см) – июнь (рисунок 2).



	0-5	5 10	15-20	45-50	95-100
martie	47,8	45,59	25,34	33,27	22,32
aprilie	41,47	39,99	26,28	24,23	23,74
mai	37,7	37,34	23,63	22,32	20,25
iunie	30,8	29,22	19,37	19,68	20,13
iulie	21,01	20,9	17,38	15,14	17,05
august	20,28	19,01	15,2	14,29	14,12
septembrie	14,73	14,95	13,95	13,44	13,3

Рисунок 1 – Динамика влажности серой лесной светлой почвы под свежей дубравой из дуба скального (слой 0–100 см) в вегетационный период 2019 г. (12 А, % сухой почвы при 105 °С)

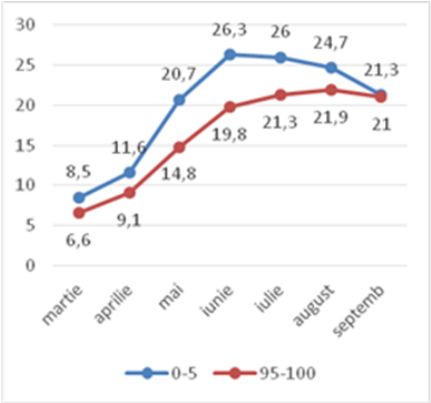


Рисунок 2 – Температура серой лесной светлой почвы под свежей дубравой из дуба скального в вегетационный период 2019 г. (12 А, 0–5; 95–100 см; ^{0} С)

Исследованиями последних лет удалось установить оригинальную приуроченность буковых лесов к «недоразвитым», примитивным почвам [7, 8]. В Заповеднике, на некоторых

участках крутых склонов северной экспозиции монодоминантные буковые леса растут на почвах, которые мы отнесли к мергелистым рендзинам.

Пробная площадка 12G:

Тип леса – свежая кодринская буковая дубрава.

Тип почвы (классификация Урсу, 1999) – псевдорендзина.

Пробная площадка характеризуется неровной местностью и оползнями. Почвенный разрез (0–100 см) расположен на склоне 3–4° северо-восточной экспозиции, высота н. ур. м. 250 м. Почвенный покров не однороден. Вскипание – от 8 см глубины.

Возраст – 120 лет.

Эти почвы имеют очень короткий профиль, карбонаты обнаруживаются почти с поверхности, содержание гумуса резко снижается, реакция почвы слабощелочная. В соответствии с современной классификацией такие почвы (с профилем типа *AC*) отнесены к рендзинам, но сформировались они на мергелистых глинистых породах, поэтому названы еще *псевдорендзинами*.

Приуроченность бука к этим почвам мы объясняем особыми свойствами материнской породы с высоким содержанием монтмориллонита и иллита. Псевдорендзины и мергелистые материнские породы способны удерживать влагу, а в современных условиях Кодр бук стремится к местообитаниям сравнительно увлажненным.

Средняя влажность рендзины (12G) в вегетационный период 2019 г. (слой 0–100 см) составляла: в марте – 34,02; апреле – 31,45; мае – 27,93; июне – 25,15; июле – 19,37; август – 18,77 и сентябре – 14,49 %.

В почвах этого типа, за исключением марта, показатели выше по сравнению с вегетационным периодом 2018 г.: март – 42,41; апрель – 31,83; май – 24,40; июнь – 16,36; июль – 12,61; август – 11,19 и сентябре – 10,14 % (рисунок 3). Самые низкие температуры за вегетационный период были зафиксированы в марте – 8,95 ^{0}C (0–5 см) и 7,1 ^{0}C (95–100 см); самые высокие – 2643 ^{0}C (0–5 см) и 21,2 ^{0}C (95–100 см) – июль (рисунок 4).

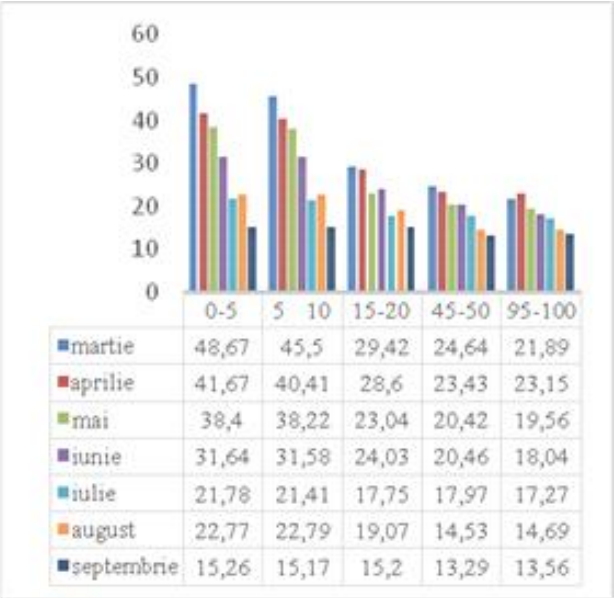


Рисунок 3 – Динамика влажности псевдорендзины под свежей кодринской буковой дубравой (слой 0–100 см) в вегетационный период 2019 г. (12 G, % сухой почвы при 105 °C)

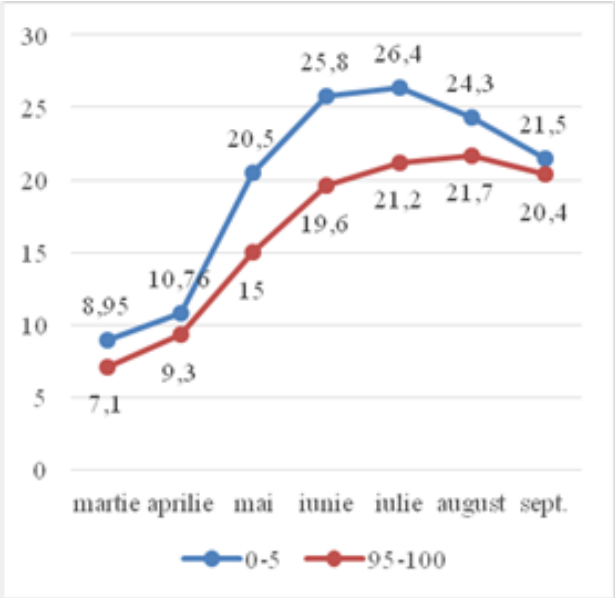


Рисунок 4 – Температура псевдорендзины под свежей кодринской буковой дубравой в вегетационный период 2019 г. (12 G, 0–5; 95–100 см; ^{0}C)

Пробная площадка 12F:

Тип леса – свежая грабовая дубрава из дуба скального.

Тип почвы (классификация Урсу, 1999) – темно-серая лесная.

Площадка характеризуется неровной местностью и оползнями. Почвенный разрез (0–100 см) заложен на склоне 3–4° юго-западной экспозиции, высота н. ур. м. 230 м. Вскипание от HCl в среднем начинается с 77 см.

Возраст – 125 лет.

Среднее содержание влаги в темно-серой лесной почве под свежей грабовой дубравой из дуба скального (12F) в период вегетационного сезона 2019 г. (слой 0–100 см) было: в марте – 37,73; апреле – 35,25; мае – 29,65; июне – 24,26; июля – 18,95; август – 26,16 и сентябре – 16,74 %. По сравнению с вегетационным периодом 2018 г.: март – 44,14; апрель – 29,1; май – 23,21; июнь – 17,20; июль – 13,2; август – 11,92 и сентябре – 11,11 % (рисунок 5).

Самые низкие температуры за вегетационный период были зафиксированы в марте 8,75 ºС (0–5 см) и 8,2 ºС (95–100 см); самые высокие – 25,8 ºС (0–5 см) и 19,6 ºС (95–100 см) – июле (рисунок 6). Пробная площадка 12 V

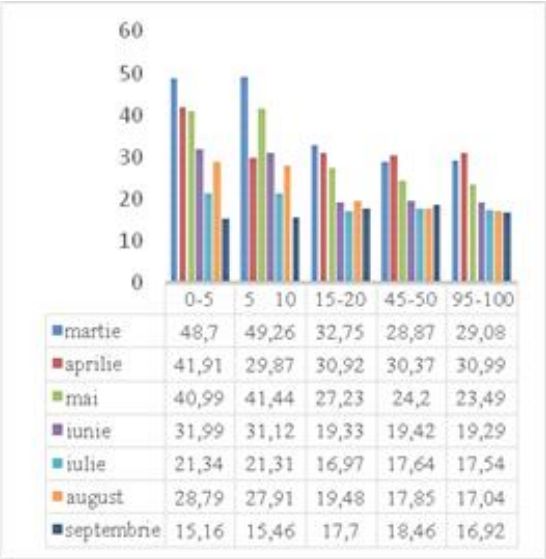


Рисунок 5 – Динамика влажности темно-серой лесной почвы под свежей грабовой дубравой из дуба скального (слой 0–100 см) в вегетационный период 2019 г. (12 G, % сухой почвы, 105 °С)

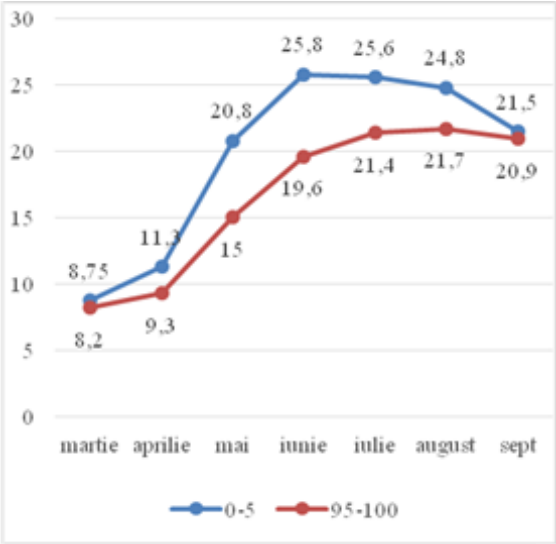


Рисунок 6 – Температура темно-серой лесной почвы под свежей грабовой дубравой из дуба скального в вегетационный период 2019 г. (12 G, 0–5 см; 95–100 см; ºС)

Тип почвы (классификация Урсу, 1999) – аллювиальная слоистая. Приурочены эти типы почв к повышенным прирусловым участкам поймы. Формируются под лугово-лесной растительностью, преимущесвенно на легких слоистых отложениях в условиях напряженного аллювиального режима. Характеризуется четко выраженной слоистостью профиля и большим гранулометрическим разнообразием как по профилю, так и в пространстве. Высота над уровнем моря 157 м.

Среднее содержание влаги в аллювиально-слоистой почвы за вегетационный период 2019 г. (0–100 см) было: в марте – 36,11; апреле – 35,74; мае – 30,15; июне – 26,09; июле – 22,24; августе – 20,53 и сентябре – 14,36 % (рисунок 7). Самые низкие температуры за вегетационный период были зафиксированы в марте – 8,5 °С (0–5 см) и 6,6 °С (95–100 см); самые высокие – 26,3 °С (0–5 см) и 19,8 ^{0}С (95–100 см) – июнь (рисунок 8).

В начале вегетационного периода, в марте, влагосодержание почвы было самым высоким –35,28 %, а температура почвы и воздуха была очень низкой – 7,10 и 6,60 ºС соответственно, за счет запасов осенне-зимних осадков (рисунок 9).

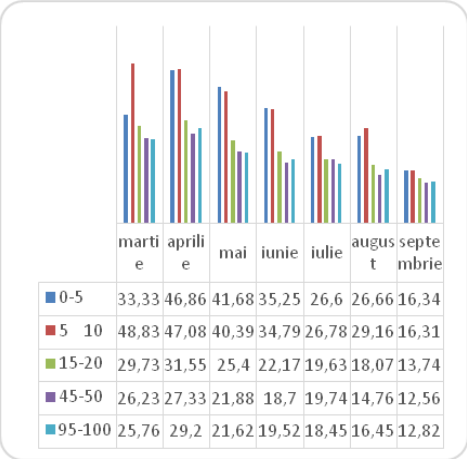


Рисунок 7 – Динамика влажности аллювиально-слоистой почвы в вегетационный период 2019 г. (12 V, % сухой почвы, 105 °C)

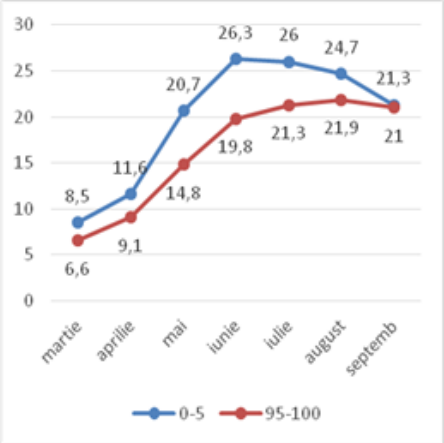


Рисунок 8 – Температура аллювиально-слоистой почвы в вегетационный период 2019 г. (12 V, 0–5; 95–100 см; ºC)

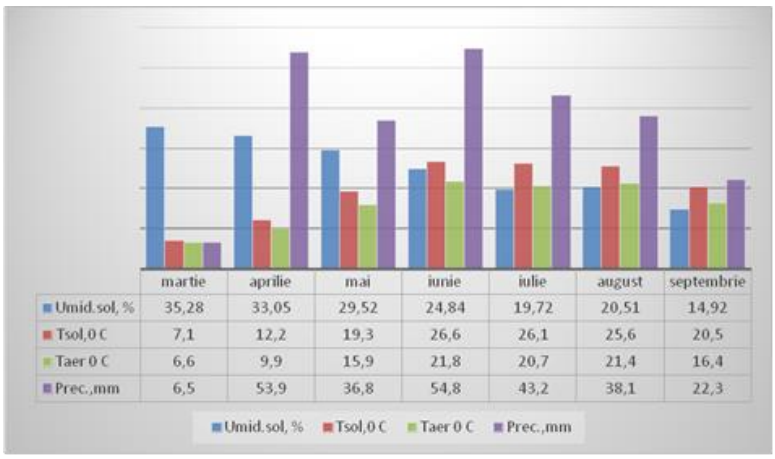


Рисунок 9 – Корреляция между влажностью и температурой почвы, температурой воздуха и количеством атмосферных осадков в течение вегетационного периода 2019 года

В течение этого периода не было никакой опасности почвенной засухи, потому что у нас не было длительного недостатка осадков, очень высоких температур воздуха или низкой влажности воздуха, что привело бы к исчезновению водных ресурсов из почв.

В вегетационный период 2019 г. самый низкий процент влажности – 11,22 % – был зафиксирован 26 июля 2019 г. в темно-серой лесной почве под свежей грабовой дубравой из дуба скального (12F) в горизонте (45–50 см); Наибольшее содержание влаги – 49,14 % было зарегистрировано 5 марта 2019 г. в псевдорендзине (0–5 см) под свежей кодринской буковой дубравой; Самая низкая температура почвы – 5,7 °C – 5 марта 2019 г. в светло-серой лесной почве под свежей дубравой из дуба скального (12 A) было зарегистрировано соответственно 4 °C (0–5 см) и 4,4 °C (95–100 см); Максимальные значения температуры почвы – 28,8 °C (0–5 см) и 21,7 °C (95–100 см) – были зарегистрированы в том же типе почв (12A) 27 июня 2019 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Балтянский Д. М. Почвы Центральных Кодр / Д. М. Балтянский. – Кишинев, 1979.
2. Карасева С. Е. Почвенные исследования в заповедниках / С. Е. Карасева // Организация и охрана заповедных территорий. – М., 1979. – С. 43–50.
3. Почвенные и гидрологические исследования в лесах // Сб. научных трудов. – М., 1979. – 133 с.
4. Amenajamentul Rezervaţiei Naturale „Codrii”, ediţia 2010.
5. Barcari E. Proprietăţile şi regimul de umiditate ale solurilor cenuşii cu textură diferită evoluate sub gorunetele Podişului Codrilor / E. Barcari // Autoreferat al tezei de doctor. – Chişinău, 2001.

6. Barcari E. The influence of soil moisture regim on oaks from Central Codrii. Internaţional Scientific Symposium „Conservation of Plant Diversity”. Dedicated to the 65 th anniversary of the Botanical Garden (Institut) of the Academy of Sciences of Moldova, 28–30 september 2015. – Chisinau, Republic of Moldova, 2015. – P. 12.
7. Clasificarea solurilor Republicii Moldova. – Chişinău, 1999.
8. Ursu A. Solurile Rezervaţiei „Codrii” / A. Ursu, E. Barcari. – Chişinău, 2011.
9. Analele naturii // Starea vremii, ediţiile, 2012–2019.

УДК 630.41

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ СКВЕРА ИМ. А. С. ПУШКИНА Г. ЕЙСКА

Воскобойникова Инна Владимировна *доктор сельскохозяйственных наук, доцент, Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А. К. Кортунова, ФГБОУ ВО Донской ГАУ,* ***Россия****, г. Новочеркасск, nochka67@inbox.ru*

Кириленко Андрей Андреевич, *Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А. К. Кортунова, ФГБОУ ВО Донской ГАУ,* ***Россия****, г. Новочеркасск, nochka67@inbox.ru*

В статье представлены результаты геоботанических наблюдений на территории сквера им. А. С. Пушкина в городе Ейске. Анализ полевых исследований позволил заключить что на территории сквера произрастают 15 видов древесно-кустарниковых растений. Подавляющее большинство экземпляров деревьев относятся к категориям состояния 1 – "без признаков ослабления" (14 штук и 24,1 %) и 2 – "мало ослабленные" (33 штуки и 56,9 %). В целом значение средневзвешенной величины оценки распределения деревьев разных категорий состояния для территории сквера им. А. С. Пушкина составило 2,18, что может охарактеризовать состояние исследуемого насаждения как "мало ослабленное". Травянистая растительность на территории объекта исследований представлена 9 видами из 6 семейств. В процентном отношении по ценотической принадлежности лидирует рудеральная группа (44 %), луговая занимает второе место – 33 %, луговая – составляет 22 % от общего количества. По экологической принадлежности подавляющее большинство представлено мезофитами (67 %), мезогигрофиты составляют 22 %, а мезоксерофиты – 11 %.

Ключевые слова: парковые насаждения, видовой состав, категории состояния, эстетическая оценка, систематический список растений.

ASSESSMENT OF THE STATE OF VEGETATION IN THE PARK THEM. A. S. PUSHKIN YEYSK

Voskoboynikov I. V., Kirilenko A. A.

The article presents the results of geobotanical observations on the territory of the square. A. S. Pushkin in the city of Yeysk. The analysis of field studies allowed us to conclude that 15 species of tree and shrub plants grow on the territory of the Park. The vast majority of tree specimens belong to the status categories 1 – "no signs of weakening" (14 pieces and 24.1 %) and 2– "little weakened" (33 pieces and 56.9 %). In General, the value of the weighted average value of the distribution of trees of different categories of state for the territory of the Park. A. S. Pushkin was 2.18, which can characterize the state of the studied plantings as "slightly weakened". Grassy vegetation on the territory of the research object is represented by 9 species from 6 families. In percentage terms, the ruderal group is in the lead (44 %), Lugovaya is in second place (33 %), and Lugovaya is 22 % of the total. By ecological affiliation, the vast majority is represented by mesophytes (67 %), mesohydrophytes make up 22 %, and mesoxerophytes – 11 %.

Keywords: condition assessment, temporary test sites, species composition, condition categories, aesthetic assessment, systematic list of plants.

Введение. Сквер им. А. С. Пушкина является одним из популярных мест рекреации в городе Ейске. Прежде всего, это связано с его с планировочной структурой и расположением в центре города. Сквер с регулярной планировочной структурой используется как элемент оформления перекрестка улиц для кратковременного отдыха взрослых и детей. Основные рекреационные ресурсы сквера представлены интродуцентами, в связи с чем возникает

необходимость постоянного мониторинга их состояния. Поэтому нами в 2019 г. были проведены геоботанические исследования, призванные решить поставленную задачу.

Сквер им. А. С. Пушкина представляет собой элемент оформления перекрестка улиц, регулярная планировочная структура по форме напоминает полукруг площадью 0,49 га. Северо-восточную часть сквера опутывает сеть тропинок: две по очертанию и одна ведущая к детской площадке. Также на его территории находится парковое кафе. Протяжённость дорожно-тропиночной сети составляет около 350 м. Ассортимент древесной растительности типичен для зеленых насаждений Ейского городского поселения.

Объекты и методы исследования. Полевые исследования проводились традиционным способом на всей территории сквера им. А. С. Пушкина [1, 2]. Каждое дерево (общим количеством 58 штук) фиксировалось на картосхеме участка и в полевом журнале с указанием видового названия, диаметра на высоте 130 см, высоты. Проводилась санитарно-гигиеническая и эстетическая оценка каждого дерева, римской цифрой указывался класс жизненной устойчивости, арабской – декоративная оценка в баллах (санитарно-гигиеническая оценка по Б. Г. Нестерову [3], эстетическая – по В. А. Агальцевой [4]). Уточнение видового состава древесных растений проводилось с помощью определителей.

Результаты и их обсуждение. По результатам полевых исследований, на территории сквера имени А. С. Пушкина выявлено 15 видов древесно-кустарниковых растений. В их число входят представители сем. *Pinaceae* (сосновые) с елью обыкновенной (*Picea abies*) и сосной крымской *(Pinus pallasiana*); сем. *Cupressaceae* (кипарисовые) с туей западной (*Thuja occidentalis*), биотой восточной (*Platycladus orientalis*) и можжевельником казацким (*Juniperus sabina*); сем. *Juglandaceae* (ореховые) с орехом грецким (*Juglans regia*); сем. *Salicaceae* (ивовые) с осиной (*Populus tremula*) и ивой козьей (*Salix caprea*); *Rosaceae* (розовые) с абрикосом обыкновенным (*Armeniaca vulgaris*); сем. *Fabaceae* (бобовые) с робинией ложноакациевой (*Robinia pseudoacacia*); сем. *Sapindaceae* (сапидовые) с конским каштаном обыкновенным (*Aesculus hippocastanum*) и клёном ложноплатановым (*Acer pseudoplatanus*); сем. *Oleaceae* (маслиновые) с ясенем обыкновенным (*Fraxinus excelsior*) и сиренью обыкновенной (*Syringa vulgaris*); сем. *Bignoniaceae* (бигнониевые) с кампсисом укореняющимся (*Campsis radicans*). Общая численность древесно-кустарниковой растительности сквера имени А. С. Пушкина совпадает на 98 % с данными сводного реестра зелёных насаждений на территории Ейского городского поселения [5].

Большинство (41 %) из обследованных деревьев относятся к виду *Acer pseudoplatanus*. Долевое участие *Fraxinus excelsior* составляет 22,4, а *Robinia pseudoacacia* – 15,5 %. Доля остальных видов в общем числе деревьев, подлежащих исследованию, незначительна и не превышает 5 % по каждому виду.

Насаждение характеризуется в основном молодым и средневозрастным древостоем. Число деревьев-патриархов в общей массе древесной растительности равно 8 экземплярам, а их доля составляет 14 % от общего количества обследованных деревьев. Степень ослабления (состояние) каждой древесной породы в насаждении отражена в таблице.

Таблица 1 – Показатели санитарного состояния древостоя на территории сквера

№№ п/п	Видовое название	Категория						
		0	1	2	3	4	5	6
1	*Picea abies*	–	1	–	–	–	–	-
2	*Pinus pallasiana*	2	–	–	–	–	1	-
3	*Thuja occidentalis*	–	2	–	–	–	–	-
4	*Juglans regia*	–	1	–	–	–	–	-
5	*Populus tremula*	–	2	–	–	–	–	-
6	*Armeniaca vulgaris*	1	–	–	–	–	–	-
7	*Robinia pseudoacacia*	4	5	–	–	–	–	-
8	*Acer pseudoplatanus*	3	12	6	2	–	–	1
9	*Aesculus hippocastanum*	2	–	–	–	–	–	-
10	*Fraxinus excelsior*	2	10	–	–	–	–	1
В целом по дендрофлоре		14	33	6	2	–	1	2
Примечание: 1 – без признаков ослабления; 2 – мало ослабленные (менее 25 % сухих ветвей); 3 – средне ослабленные; 4 – сильно ослабленные; 5 – усыхающие; 6 – сухостой текущего года; 7 – сухостой прошлых лет.								

В целом значение средневзвешенной величины оценки распределения деревьев разных категорий состояния для территории сквера им. А. С. Пушкина составило 2,18, что может охарактеризовать состояние исследуемого насаждения как "мало ослабленное".

Распределение деревьев по категориям состояния представлено на рисунке.

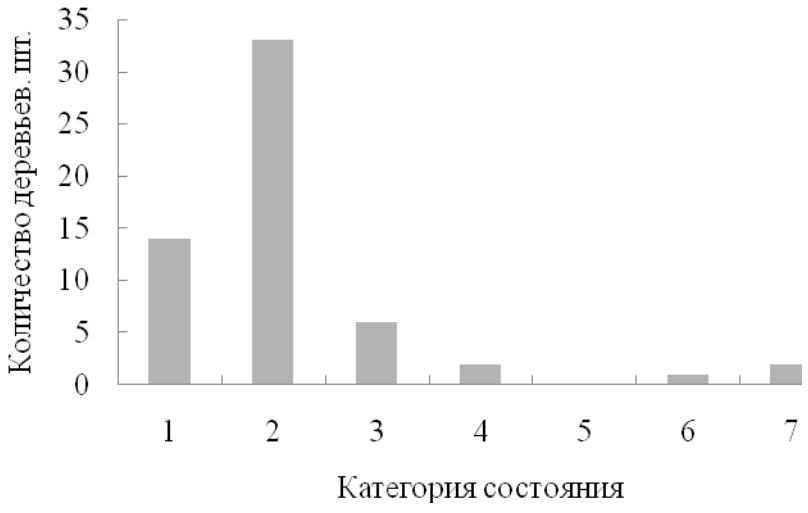


Рисунок – Распределение обследованных деревьев по категориям состояния

Наиболее плохие показатели жизненной устойчивости наблюдаются у *Acer pseudoplatanus*, в общей массе которого присутствуют явно ослабленные деревья с наличием трещин, обломанных ветвей и ¼ сухих сучьев, а также сухостойные экземпляры.

По результатам эстетической оценки выявлено, что 38 деревьев имеют высокие декоративные качества, 16 деревьев со средней декоративностью и 4 с низкими декоративными качествами.

По шкале В. А. Агальцевой высокие декоративные качества оценивались 1 баллом, средняя декоративность – 2 и низкодекоративные экземпляры характеризовались 3 баллами.

Высокими декоративными качествами обладают экземпляры *Robinia pseudoacacia, Aesculus* и *Fraxinus excelsior*. Декоративная оценка хвойных видов колеблется от высоко- до низкодекоративной. Менее декоративными являются экземпляры *Acer pseudoplatanus* и *Populus tremula*.

Заключение.

1. Видовой состав древесных растений парка представлен десятью видами деревьев и пятью видами кустарников.

2. В ходе проведенных исследований установлено, что насаждения сквера им. А. С. Пушкина являются "мало ослабленными".

3. Для улучшения санитарного и эстетического состояния насаждений сквера необходимо произвести санитарные рубки, обрезку сучьев и уборку бурелома; на месте погибших деревьев высадить молодые здоровые саженцы; других лесоводственных мероприятий в ближайшее время, кроме охраны и защиты парка, не требуется.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдеев Ю. М. Жизненное состояние фитоценозов в урбанизированной среде [Текст] / Ю. М. Авдеев, Ю. П. Попов, С. М. Хамитова, П. А. Швецов // Весник КрасГАУ. – 2017. – № 10 (133). – С. 148–153.

2. Агальцова В. А. Основы лесопаркового хозяйства: учеб.-методич. пособие – 3-е изд., испр. / В. А. Агальцева: – М. : ГОУ ВПО МГУЛ, 2007. – 40 с.

3. Нестеров Б. Г. Санитарно-гигиеническое состояние древесных насаждений / Б. Г. Нестеров. – М. : Лесная промышленность, 1989. – 29 с.

СЕКЦИЯ 12. ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ, СРЕДСТВА И СМАРТ-ТЕХНОЛОГИИ МОНИТОРИНГА КОМПОНЕНТОВ АГРОЛАНДШАФТА

УДК 631.42.05

НОВОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ПОЧВЫ

Вытовтов Владимир Алексеевич, *ФГБНУ «Курский ФАНЦ»,* ***Россия****, г. Курск, v.a.vitovtov@mail.ru*

В статье представлена сравнительная характеристика методов отбора почвы для определения плотности сложения. Представлены преимущества почвенного бура-пробоотборника.

Ключевые слова: плотность сложения почвы, почвенный бур-пробоотборник.

NEW TECHNOLOGY FOR EXPLORE SOIL DENSITY

Vitovtov V. A.

The article present a comparative characteristic of soil selection methods for explore soil density. The advantages of the soil bore-sampler are presented.

Key words: soil density, soil bore-sampler.

Плотность сложения почвы – одно из основных физических свойств почвы. От нее зависит продуктивность возделываемых сельскохозяйственных культур. Эта зависимость носит куполообразный вид, где оптимум для суглинистых почв находится в диапазоне от 1 до 1,3 г/см^3, а для песчаных почв – от 1,25 до 1,6 г/см^3 [2]. Плотность почвы на разных глубинах изменяется как под воздействием антропогенных факторов – работы современной сельскохозяйственной техники, так и под действием естественных природных процессов.

В настоящее время для определения плотности сложения почвы широкое распространение получил метод с использованием буриков Н. А. Качинского – тонких металлических цилиндров с заданным объемом [2]. Цилиндры забивают в почву, извлекают, аккуратно обрезают излишки с верхнего и нижнего краев. Затем почву извлекают из буриков, сушат в лабораторных условиях и взвешивают. Для определения плотности почвы на больших глубинах закладывают почвенные разрезы, на боковых стенках которых на разных глубинах забивают бурики Качинского. Это, наряду с большой трудоемкостью, часто приводит к частичному уничтожению возделываемых сельскохозяйственных культур на поверхности поля. Поэтому возникла необходимость в разработке способа и устройства для менее затратного и безопасного взятия проб почвы в полевых условиях с минимальным повреждением возделываемых растений.

Для решения поставленной задачи нами был разработан и изготовлен бур-пробоотборник с диаметром разъёмного стакана 71 мм и с шагом отбора проб по глубине в 50 мм (рисунок 1). На данную разработку в 2018 г. был получен патент на изобретение [1]. После проведения полевых испытаний в 2019 г. устройство доработали, внесли изменения и подали вторую заявку на данное изобретение.

Рисунок 1 – Бур-пробоотборник

Бур-пробоотборник состоит из цилиндрической штанги, с одной стороны которой закреплен шатун с приводной рукояткой и удерживающей втулкой, а с другой – цилиндрический разъемный стакан с крышкой и резцами. На цилиндрической штанге дополнительно выполнены кольцевые проточки с заданным интервалом (в нашем случае - 50 мм) для фиксации ограничительного узла. В комплект бура-пробоотборника входит треугольная опорная площадка со штырями, направляющей гильзой и с-образной опорной вилкой с сигнальным роликом.

Для работы бур-пробоотборник удерживают за центрирующую ручку в вертикальном положении и вращают его за рукоятку. При этом цилиндрический стакан центрируется в направляющей гильзе, резцами измельчает почву и подает ее в свою внутреннюю полость. Цилиндрическая штанга с ограничительным узлом, вращаясь, постепенно перемещается вниз на заданное расстояние до касания диском сигнального ролика, который начинает вращаться, что легко контролируется визуально. Цилиндрический стакан достают из направляющей гильзы, раскрывают и извлекают из него набранную почву. Затем стакан закрывают, опускают в направляющую гильзу и перемещают ограничительный узел на следующую кольцевую проточку. Далее с вращением бур заглубляется до очередного касания с диском сигнального ролика. Так поочередно отбирают почвенные пробы до необходимой глубины. Зная массу, объем и влажность отобранной почвы, вычисляют плотность почвы.

При проведении полевых работ с вышеописанным буром-пробоотборником возникла необходимость в его сравнительной оценке со способом определения плотности почвы по Н. А. Качинскому. Так как в полевых условиях почва очень неоднородная по плотности, то работу проводили в лабораторных условиях. Были подготовлены эталонные искусственные почвенные образцы с разной плотностью почвы. Для этого использовали пластмассовые цилиндры со съёмными донышками с внутренним диаметром 104 мм и высотой в 80 и 100 мм. Предварительно просеянную почву с влажностью 17 % послойно прессовали в цилиндрах, выравнивали и уплотняли самоустанавливающимся поршнем с мягкой резиновой поверхностью. Прессовальная установка, используемая нами, представлена на рисунке 2.

Рисунок 2 – Прессовальная установка

Усилие прессования изменяли перемещением грузов по рычагу с предварительно измеренным усилием давления поршня на почву в пределах от 10 до 130 кгс. Зная площадь поршня и усилие прессования, пересчитали давление в кПа. Таким образом, нами были получены почвенные образцы с плотностью сложения почвы в диапазоне от 1,2 до 1,4 г/см^3. Полученные данные представлены на графике (рисунок 3.)

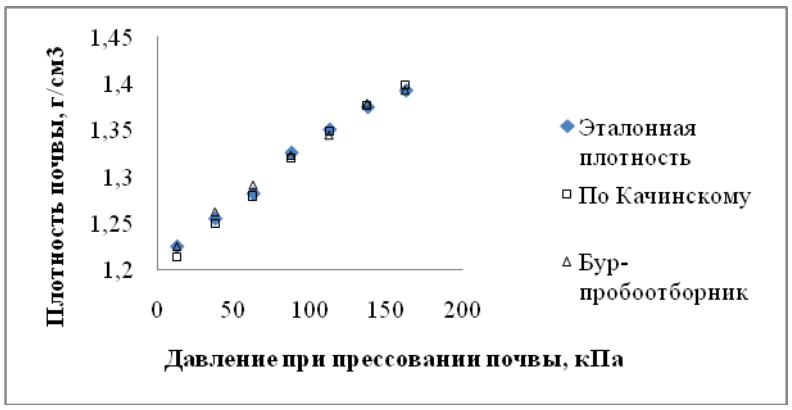


Рисунок 3 – Плотность почвы, отобранная разными способами

Анализ представленного графика (рисунок 3) показывает, что значения плотности почвы, полученные разными методами, отличаются несущественно: т. е. отклонения значений находятся в пределах погрешности определения и составляют менее 1 %. Однако при использовании бура-пробоотборника время отбора почвенных образцов для определения плотности уменьшается в несколько раз по сравнению с использованием буриков Н. А. Качинского. Бур-пробоотборник позволяет отбирать почву, не повреждая сельскохозяйственные растения и незначительно нарушая почвенный покров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент на изобретение 2657555 Почвенный бур-пробоотборник / В. А. Вытовтов, Ю. П. Сухановский, А. В. Прущик, О. А. Салимгареева. – 2018. – Б.И. № 31.

2. Шейн Е. В. Курс физики почвы / Е. В. Шейн. – М. : МГУ, 2005. – 432 с.

УДК 634.1-15

ОЦЕНКА БУФЕРНОСТИ ПОЧВ К АГРОТЕХНИКЕ В ЯБЛОНЕВЫХ САДАХ СЕВЕРА ЛЕСОСТЕПИ

Захаров Вячеслав Леонидович, *кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет имени И. А. Бунина»,* ***Россия,*** *г. Елец, zaxarov7979@mail.ru*

В монокультуре яблони почвоутомление проявляется особенно ярко в возрасте 16 лет. По степени деградации почвы можно оценить уровень почвенной агротехники и буферность самой почвы. Однако целинных и залежных участков (как эталонов сравнения) вблизи промышленных садов, как правило, нет. В данной работе предлагается использовать различия в свойствах почвы двух зон (приствольной и междурядной) как критерии оценки степени деградации почвы.

Ключевые слова: яблоня, почвенная агротехника, буферность почв.

ASSESSMENT OF SOIL BUFFERING TO AGRICULTURAL MACHINERY IN NORTHERN FOREST STEPPE APPLE GARDENS

Zakharov V. L.

In apple monoculture, roasting is particularly pronounced at the age of 16. The level of soil agriculture and the buffering of the soil itself can be assessed by the degree of soil degradation. However, there are generally no celine and deposit areas (as reference) near industrial gardens. This paper proposes to use the differences in soil properties of the two zones (barrel and cross-row) as criteria for assessing the degree of soil degradation.

Keywords: apple tree, soil agriculture, soil buffering.

В процессе эксплуатации яблоневых садов происходит дифференциация почвенного покрова по морфологическим, агрохимическим, общим физическим и водно-физическим свой-

ствам [2]. В междурядьях вследствие систематических обработок и перемещения транспорта происходит деградация почвенной структуры [9], увеличение плотности и снижение пористости, водопроницаемости, водопрочности и влагоёмкости [3]. С обрабатывающими орудиями и колёсами транспорта сносится верхняя часть почвы, что ведёт к уменьшению мощности гумусового горизонта. В приствольных полосах в верхней части профиля свойства почвы практически остаются неизменными и приближаются к целинным аналогам. Однако в корнеобитаемой зоне и нижней части профиля происходит подкисление почвы [7] и обеднение макроэлементами и гумусом [4]. По периферии скелетных корней появляется кремнезёмистая присыпка SiO_2 [5]. Ухудшение физико-химических и морфологических показателей приводит к снижению численности червей и способности почв разлагать клетчатку растительных остатков в садах по сравнению с целинными почвами [1]. Всё это отражается на бонитете почв [10].

Исследования проводились в 2001–2019 гг. в промышленных садах яблони на территории Липецкой и Тамбовской областей. Подвои: 62–396, 54–118 и семечковый. Система содержания почв – чёрный пар. Агрохимические анализы почвы выполнены по инструкции ЦИНАО [6], физические свойства определялись методом режущих цилиндров, заливкой площадок, пикнометрическим, пирофосфатным, термостатно-весовым и ситовым методами [8].

Получив цифровой материал анализов в пределах каждого квартала, а при наличии в нём нескольких почв – на каждой из них, можно сделать заключение о том, что произошло с почвами сада с момента его закладки и сделать соответствующие коррективы и поправки по агротехнике. Так, при содержании почвы под чёрным паром целесообразно сравнивать свойства почвы пахотного слоя междурядья со свойствами почвы приствольной полосы в слое 0–30 см. Учитывая то, что в приствольной полосе почва не обрабатывается и не уплотняется техникой, а в междурядье – наоборот, то легко заметить, насколько изменились свойства верхнего слоя почвы. Как правило, в данном слое в междурядьях ухудшаются физические свойства (водопрочность агрегатов, содержание агрономически ценных агрегатов и влагоёмкость).

Сопоставляя свойства подпахотного слоя междурядий со свойствами корнеобитаемых слоёв, можно также увидеть отличия. В этом слое, как правило, почва междурядий по сравнению с приствольной полосой переуплотняется, о чём свидетельствует «плужная подошва» с плотность 1,45–1,5 г/см^3 в слое 20–90 см. В корнеобитаемом слое могут ухудшиться другие свойства. Чаще всего это агрохимические: в корнеобитаемом слое происходит потребление элементов питания, что ведёт к образованию областей-контуров с пониженным содержанием азота, фосфора, кальция и магния.

Сравнив содержание минеральных элементов в корнеобитаемом слое с таковыми в подпахотном слое, свободном от корней, можно по разнице цифр узнать примерные значения выноса элементов питания с урожаем (рисунок 1).

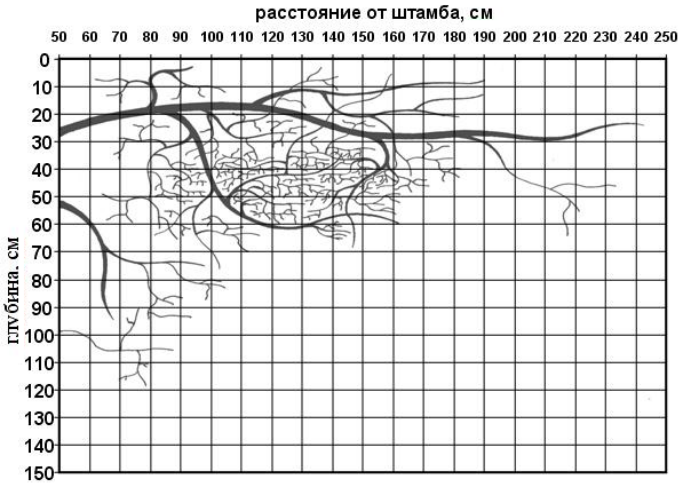


Рисунок 1 – Зона скопления мелких активных корней 16-летней яблони сорта Мантет

Потребление кальция в корнеобитаемых слоях приводит к образованию контуров с повышенной кислотностью (рисунок 2).

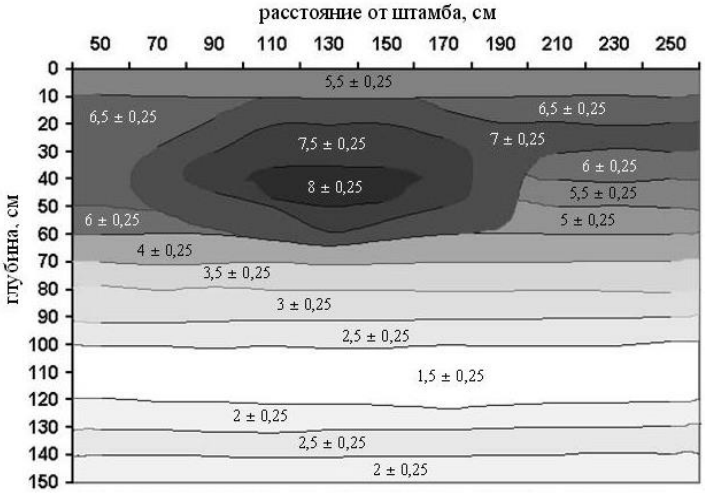


Рисунок 2 – Контур повышенной гидролитической кислотности в ризосфере 16-летней яблони сорта Мантет

В корнеобитаемых слоях также происходит отмирание корней и накопление токсичных веществ фенольной природы, которые вызывают почвоутомление. На разных типах почв ввиду их различной буферности отмеченные преобразования под влиянием садовой агротехники проявляются по-разному. Высокий уровень агротехники наряду с высокой буферностью почв способствует долгому отсутствию каких-либо негативных проявлений. Однако, как показала практика, в большинстве хозяйств Тамбовской области за счёт уменьшения количества легкогидролизуемого азота, подвижного фосфора, обменного калия, кальция и магния, влагоёмкости, содержания и водопрочности агрономически ценных агрегатов, подкисления и уплотнения почв произошло снижение их бонитета. Самое значительное снижение бонитета отмечено при длительной эксплуатации яблоневых садов – 20–24 года. При 16–17-летней эксплуатации садов снижение бонитета было минимальным.

На самых буферных, то есть устойчивых почвах, бонитет снизился в меньшей степени, например, по мере повышения устойчивости почв Тамбовской области к садовой агротехнике их следует разместить в следующем порядке: дерново-подзолистые < серые лесные < лугово-чернозёмные выщелоченные < чернозёмно-луговые оподзоленные < чернозёмы выщелоченные < чернозёмы типичные < лугово-чернозёмные оподзоленные < чернозёмы оподзоленные. Таким образом, при эксплуатации яблоневых садов на дерново-подзолистых почвах их плодородие будет снижаться наиболее стремительно, а на чернозёмах оподзоленных – сохранится дольше всего.

Обязательному обследованию должны подвергаться как междурядья, так и приствольные полосы садов яблони в возрасте 16–24 лет. Отсутствие целинных и малое количество залежных участков как эталонов плодородия вблизи промышленных садов обуславливает необходимость поиска другого способа оценки степени деградации почв. Таким решением может являться сопоставление свойств почв в приствольных полосах со свойствами в междурядьях. Величина расхождения между показателями почвы чем выше, тем интенсивнее степень деградации почвы. Малая же величина расхождения будет свидетельствовать о высокой буферности почвы к садовой агротехнике.

ЛИТЕРАТУРА

1. Захаров В. Л. Целлюлозолитическая активность почв разных фитоценозов / В. Л. Захаров // Современные проблемы отрасли растениеводства и их практические решения : матер. науч.-практ. конф. 23 марта. – Мичуринск, 2007. – С. 293–297.

2. Захаров В. Л. Дифференциация физических и морфологических показателей почвы в яблоневом агроценозе / В. Л. Захаров, Г. Н. Пугачёв // Рациональное использование биоресурсов в АПК : материалы междунар. науч.-практ. конф. 29–31 мая. – Владикавказ, 2006. – С. 56–57.

3. Захаров В. Л. Снижение плодородия почвы при длительном произрастании яблоневого сада и восстановительная роль залежи / В. Л. Захаров, Г. Н. Пугачёв, В. В. Шелковников, Н. П. Юмашев, И. П. Хаустович // Инновационные технологии в растениеводстве : Сб. тр. науч.-практ. конф. 27 марта. – Мичуринск-наукоград, 2009. – С. 163–168.

4. Захаров В. Л. Размещение макроэлементов в почвенном профиле яблоневого сада / В. Л. Захаров, И. А. Трунов, Г. Н. Пугачёв, А. В. Кострикин // Роль сортов и новых технологий в интенсивном садоводстве : материалы междунар. науч.-метод. конф. 28-31 июля. – Орёл, 2003 г. – С. 359–361.

5. Захаров В. Л. Влияние фитоценозов ОПХ ВНИИС им. И. В. Мичурина на водно-физические свойства лугово-чернозёмной почвы / В. Л. Захаров, А. В. Шатилов, Г. Н. Пугачёв // Инновационные технологии в растениеводстве : сб. тр. науч.-практ. конф.27 марта. Мичуринск-наукоград, 2009. – С. 131–136.

6. Инструкция ЦИНАО по проведению массовых анализов почв в зональных агрохимических лабораториях. – М. : Колос, 1973. – 55 с.

7. Пугачёв Г. Н. Корневая система как фактор подкисления почв яблоневого сада / Г. Н. Пугачёв, В. Л. Захаров // Проблемы экологизации современного садоводства и пути их решения: материалы междунар. конф., 7–10 сентября. – Краснодар, 2004. – С. 241–248.

8. Ревут И. Б. Физика почв / И. Б. Ревут. – Л. : Колос, 1964. – 318 с.

9. Трунов И. А. Влияние яблоневого агроценоза на структуру почвы / И. А. Трунов, В. Л. Захаров // Современные проблемы отрасли растениеводства и их практические решения : материалы науч.-практ. конф. 23 марта. – Мичуринск, 2007. – С. 297–301.

10. Юмашев Н. П. Изменение бонитета почв Тамбовской области в зависимости от агроценоза / Н. П. Юмашев, В. Л. Захаров, С. А. Колесников, Г. Н. Пугачев // Агрохимический вестник. – 2010. – № 6. – С. 28–29.

УДК 631.4:631.95

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ПЛОДОРОДИЯ ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ В СКЛОНОВОМ АГРОЛАНДШАФТЕ

Глазунов Геннадий Павлович, *кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр»,* ***Россия****, г. Курск, gennadij-glazunov@yandex.ru*

Представлены результаты оценки пространственного варьирования параметров плодородия черноземных почв на основе авторского методического подхода к агроэкологической оценке почв на основе цифровых и ГИС-технологий с учетом влияния рельефа. Обоснована необходимость комплексной агроэкологической оценки с учётом особенностей рельефа.

Ключевые слова: черноземные почвы, склоновый агроландшафт, ГИС-технологии, агроэкологическая оценка.

ESTIMATION OF THE PARAMETERS OF CHERNOZEM SOIL FERTILITY IN THE SLOPE AGRICULTURAL LANDSCAPE

Glazunov G. P.

The results of evaluating the spatial variation of the parameters of black earth soil fertility based on the author's methodological approach to agroecological assessment of soils based on digital and GIS technologies, taking into account the influence of the terrain, are presented. The necessity of a comprehensive agroecological assessment taking into account the features of the terrain is justified.

Keywords: Chernozem soils, slope agricultural landscape, GIS technologies, agroecological assessment.

Научные исследования проводились на базе лаборатории агрохимии и геоинформационных систем ФГБНУ «Курский ФАНЦ» в 2011–2019 гг. на территории опытного поля Курского федерального аграрного научного центра (ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии) (Медвенский район, Курская область) на участке пашни с куполообразной формой рельефа,

площадью 86 га. Почвенный покров представлен черноземами различной степени смытости на лёссовидных суглинках. Средний уклон территории составляет 2,23º. Высота над уровнем моря колеблется от 190,5 до 217,5 м.

Агроэкологическую оценку системы показателей эродированных черноземов с использованием ГИС-технологий проводили на основе авторского подхода и по алгоритму, разработанному Н. П. Масютенко [1]. Отбор проб для изучения агрохимических, агрофизических и биологических показателей производился по авторской методике из пахотного слоя почвы (0–20 см) при помощи геопозиционирования их с помощью GPS с предварительным построением сетки отбора почвенных образцов с шагом 50 м (площадь кластеров 2500 м^2) в компьютерных программах SASPlanet, Grid, OziExplorer. Местоположение точек определяли с помощью GPS-приемника Garmin GPSmap60CSx.

В почвенных образцах определяли показатели плодородия почв разной степени эродированности. Содержание гумуса измеряли по методу И. В. Тюрина в модификации Б. А. Никитина со спектрофотометрическим окончанием по Д. С. Орлову и Н. М. Гриндель; микробной биомассы в свежих почвенных образцах – регидратационным методом. Содержание общего азота определяли по Кьельдалю; щелочногидролизуемого азота – по методу Корнфильда; подвижных форм фосфора и калия – по методу Чирикова (ГОСТ 26204-91); обменных оснований – трилонометрическим методом (ГОСТ 27821-88). Кислотность (pH) солевой вытяжки устанавливали потенциометрическим методом (ГОСТ 26483-85); структурно-агрегатный состав (сухое и мокрое просеивание) почвы – по методу Н. И. Саввинова; плотность почвы – буровым методом по Н. А. Качинскому; влажность почвы – термостатно-весовым методом.

Для статистических расчетов использовали стандартные формулы математической обработки данных в компьютерной программе Excel, STATISTICA.

Для построения тематических карт и трехмерной модели местности были использованы результаты агрохимического обследования и инструментальной топографической съемки микрорельефа, полученные при помощи нивелира ADA с привлечением компьютерной программы QGIS 3.8.3., Surfer 14.0. Данные, полученные в результате почвенного обследования, были использованы для анализа распределения элементов эффективного плодородия с учётом особенностей рельефа территории.

На основе предложенного алгоритма, авторского подхода по методу отбора почвенных образцов с использованием наложения координатной сетки на топографическую основу, анализа экспериментальных данных, полученных в 2011–2019 гг. при обследовании типичного для ЦЧЗ участка пашни с применением ГИС-технологий, установленных особенностей влияния морфометрических характеристик агроландшафта на показатели плодородия черноземных почв с использованием предложенных критериев разработан методический подход оценки черноземных почв в склоновом агроландшафте.

В результате проведенных исследований были установлены закономерности влияния рельефа на показатели плодородия черноземных почв, количественно оценены связи. Выявлено, что содержание гумуса, содержание щелочногидролизуемого азота и подвижного фосфора в черноземных почвах обратно пропорционально связаны со степени эродированности почвы, с её увеличением они снижаются, а твердость почвы, наоборот, увеличивается. Теснота связи величин этих показателей со степенью эродированности почвы сильная и устойчива по годам, они характеризуют качество и плодородие почв, тесно и средне связаны с урожаем сельскохозяйственных культур (ячменя и озимой пшеницы), методики их определения доступны и имеют хорошую воспроизводимость. Следовательно, перечисленные показатели соответствуют критериям отбора и могут войти в систему показателей оценки плодородия почв с применением ГИС-технологий.

Полученная на основе комплексного таксономического анализа информация о распределении в пространстве почвенного плодородия позволяет дифференцированно подходить к внесению удобрений на конкретном поле, а сформированные на основе проведенных иссле-

дований рабочие участки позволят оптимизировать размещение культур на поле и проведение агротехнологических мероприятий (рисунок).

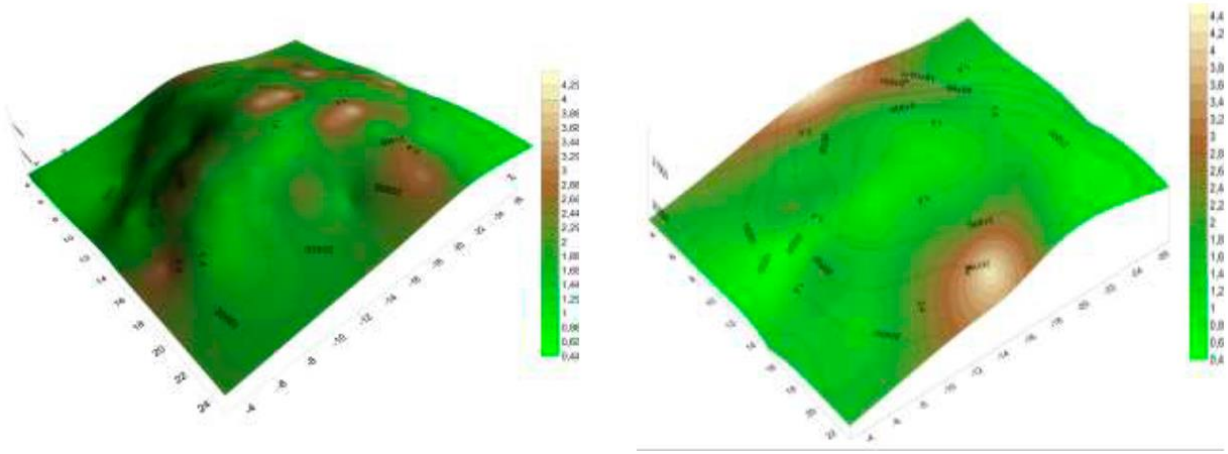


Рисунок – Комплексная таксономическая оценка неоднородности агрохимических свойств при шаге сетки 100 и 200 м

Таким образом, в результате проведенных исследований нами были получены новые знания о пространственном варьировании свойств черноземных почв, разработан методический подход к агроэкологической оценке почв на основе цифровых и ГИС-технологий с учетом влияния рельефа на основании получения репрезентативных данных, необходимые для автоматизации агроэкологической оценки земель при проектировании адаптивно-ландшафтных систем земледелия. Обоснована необходимость комплексной агроэкологической оценки с учётом особенностей рельефа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Масютенко Н. П. Система показателей агроэкологической оценки эродированных черноземов / Н. П. Масютенко, Г. П. Глазунов, А. В. Кузнецов, М. Н. Масютенко // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30. – № 11. – С. 7–11.

УДК 631.423.4: 543.635

КОНТРОЛЬ ПОЧВЕННОГО НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ – СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ГРАВИМЕТРИЧЕСКОГО, ФОТОМЕТРИЧЕСКОГО И ХРОМАТОГРАФИЧЕСКОГО МЕТОДОВ АНАЛИЗА

Туров Юрий Прокопьевич, *кандидат физико-математических наук, БУ ВО «Сургутский государственный университет»,* ***Россия****, г. Сургут, yuri_tom@rambler.ru*

Гузняева Марина Юрьевна, *кандидат химических наук, БУ ВО «Сургутский государственный университет»,* ***Россия****, г. Сургут, yuri_tom@rambler.ru*

Лазарев Денис Анатольевич, *БУ ВО «Сургутский государственный университет»,* ***Россия****, г. Сургут, yuri_tom@rambler.ru*

Многокомпонентность и широкая вариабельность состава нефти и нефтепродуктов затрудняет создание и применение стандартных образцов при анализе нефтяного загрязнения почвы. В работе приведен анализ наиболее значимых источников погрешности по результатам исследования реальных образцов почвы и искусственно загрязненных в условиях лабораторного нефтяного загрязнения и его диссипации. Показана предпочтительность использования методик с хроматографическим окончанием для получения более надежных оценок нефтяного загрязнения образцов почвы.

Ключевые слова: нефтяное загрязнение почвы, моделирование диссипации нефтяного загрязнения, источники погрешности в анализе нефтяного загрязнения почвы.

CONTROL OF SOIL OIL POLLUTION - COMPARISON OF RESULTS OF GRAVIMETRIC, PHOTOMETRIC AND CHROMATOGRAPHIC ANALYSIS METHODS

Turov Yu. P., , Guznyaeva M. Yu., Lazarev D. A.

It is shown that the oil and oil products multicomponent and wide variability composition makes it difficult to create and use standard samples in the soil oil pollution analysis. The paper presents an analysis of the most significant sources of errors in analysis for real soil samples and artificially contaminated in laboratory simulation of oil pollution and its dissipation. It is recommended to use techniques and methods with chromatographical final stage to obtain more reliable estimates of oil pollution of soil samples.

Keywords: oil pollution of the soil, modeling of dissipation of oil pollution, error sources in the soil oil pollution analysis

Для оценки нефтяного углеводородного загрязнения почвы и процессов ремедиации загрязненных участков используют различные аттестованные для природоохранного контроля методики, в основе которых – применение экстракционно-гравиметрических, фотометрических и хроматографических методов. Несмотря на различную природу формирования аналитических сигналов, все эти методы являются косвенными – для получения конечного результата анализа необходимы этапы калибровки с использованием стандартных образцов или образцов с аттестованным составом. Но вследствие многокомпонентности состава образцов нефти и их чрезвычайной вариабельности «стандартного образца» состава нефти нет, и не может существовать в принципе. Поэтому для калибровки методик, предназначенных для контроля нефтяного загрязнения почв и других компонентов природной среды, используют различные «стандартные образцы», моделирующие только заключительный этап анализа – получение приборного отклика на соответствующее методике свойство образца. Это может быть масса неполярной части продуктов жидкостной экстракции из образца почвы в гравиметрических методиках, интенсивность светопоглощения экстрактов в различных областях оптического спектра, интенсивность люминесценции, сумма площадей хроматографических пиков содержащихся в экстракте и прошедших через хроматографическую колонку веществ.

В данной работе были сопоставлены результаты анализов в условиях моделирования нефтяного загрязнения образца аллювиальной почвы (воздушно сухой «ПС» и с дополнительным 20 % увлажнением «ПВ») и деградации нефтяного загрязнения увлажненной почвы за счет испарения легкой части нефти и биодеградации (23.0 ± 0.5°С, 20 и 60 сут, «ПВД 1» и «ПВД 2» соответственно) в результате биоокисления штаммами аборигенной биофлоры в лабораторных условиях. В таблице 1 приведены результаты определения массовой концентрации нефтепродуктов в пробах почв по [1].

На рисунках 1 и 2 приведены некоторые характеристики извлекаемых из образцов почвы экстрактов, используемых при оценке нефтяного загрязнения. Как следует из данных таблицы 1, при моделировании нефтяного загрязнения только ~ 47 и ~ 30 % от массы добавленной нефти (в сухой пробе и в пробе с 20% увлажнением соответственно) определяется методикой с гравиметрическим окончанием [1] как «нефтепродукты».

Таблица 1 – Результаты определения массовой концентрации нефтепродуктов (НП) в пробах почвы

Проба	НП, мг/кг, добавлено	НП, мг/кг, определено	% обнаружения	% деградации
Фон	0	34	-	-
ПС	16500	7700	46,7	-
ПВ	20263	5990	29,6	0,0
ПВД1	-	5470	-	8,7
ПВД2	-	5040	-	15,9

Фон – содержание НП в фоновом незагрязненном образце почвы
ПС – содержание НП, определенное в загрязненном образце сухой почвы
ПВ – содержание НП, определенное в загрязненном образце увлажненной почвы
ПВД1 и ПВД2 – содержания НП, определенные в загрязненных образцах
увлажненной почвы при деградации нефтяного загрязнения в лабораторных условиях

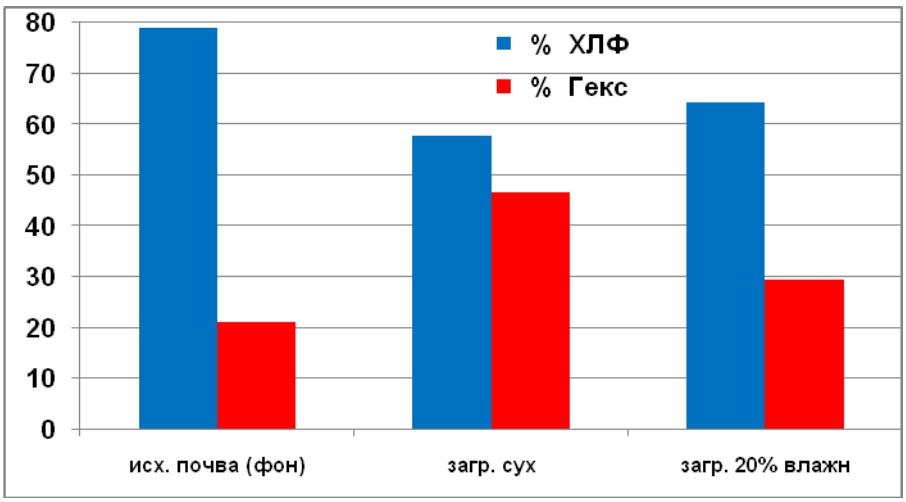


Рисунок 1 – Соотношение выходов хлороформенного экстракта и выделенной из него гексановой фракции при гравиметрическом определении нефтяного загрязнения почвы (для модельного загрязнения – в % от количества добавленной нефти)

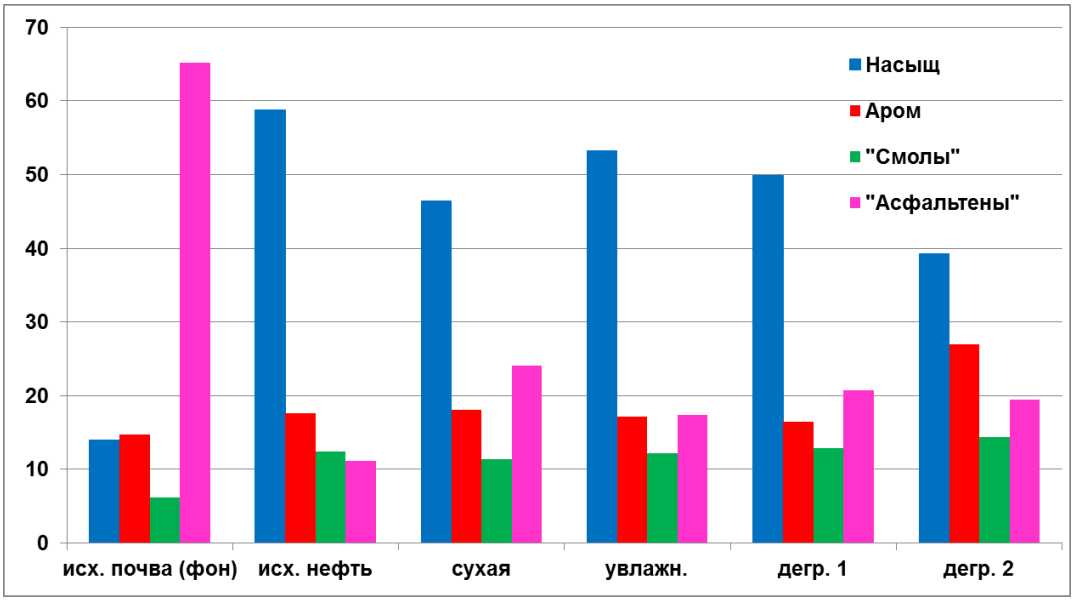


Рисунок 2 – Групповой состав нефти и органических веществ – продуктов горячей экстракции из образцов почвы, % (SARA–анализы)

Для оценки полноты экстракции нефтяных загрязняющих веществ в соответствии с аттестованными для природоохранного контроля методиками провели параллельно горячую экстракцию органических веществ из почвы в аппарате Сокслета с последующим разделением экстракта в соответствии с принятыми в органической геохимии методиками на фракции насыщенных, ароматических, смолистых веществ и асфальтенов (SARA-анализ) [3]. Как следует из рисунков 1 и 2, регистрируемая доля нефтяного загрязнения при использовании методики [1] и групповой состав использованной для модельного загрязнения нефти и выделенных из почвы экстрактов значительно различаются и даже зависят от исходной влажности почвы.

Изменение группового состава экстрагированной из почвы органики при деградации нефтяного загрязнения приведено на рисунке 2. В результате выветривания нефтяного загрязнения наблюдается снижение доли насыщенных соединений при увеличении относительного содержания ароматических при практически неизменном относительном содержании полярных веществ. Это согласуется с общими представлениями об относительной

устойчивости различных классов нефтяных веществ при их выветривании под действием природно-климатических факторов [2].

Состав насыщенных и ароматических фракций экстрактов исследовали дополнительно методом ГХ/МС. По результатам анализов оказалось, что насыщенные вещества (в основном парафины) в экстракте из фонового незагрязненного образца почвы представлены веществами природного (не нефтяного) происхождения. Вследствие их малой полярности они попадают в гексановую фракцию экстракта, масса которого принимается в методике [1] как мера «массовой концентрации нефтепродуктов» в пробе почвы. Т. е. имеет место ситуация ложноположительной идентификации аналита – отсутствующих де-факто углеводородов нефтяного происхождения в пробе исследованной почвы. Для проб почвы с деградированным нефтяным загрязнением наблюдается обычная для диссипации нефтяного загрязнения картина более быстрого снижения концентраций парафинов с нечетным числом атомов углерода в молекуле и увеличения средней молекулярной массы образца за счет более быстрой убыли легких компонентов.

Таким образом, несмотря на обнаружение в фоновом образце почвы «нефтяного» загрязнения, фактически оно отсутствует. При моделировании нефтяного загрязнения аттестованная гравиметрическая методика позволяет обнаружить менее половины добавленной нефти. Основным источником погрешностей является недостаточная селективность первых этапов анализа – получение органических экстрактов из проб почвы и адсорбционное отделение неполярных веществ для гравиметрического определения.

Детальный анализ группового и изомерного состава неполярных веществ, экстрагированных из почвы с использованием хроматографических методик на финальных этапах, позволяет идентифицировать источник загрязнения и более адекватно – по сравнению с другими методиками – оценивать реальный уровень техногенного нефтяного загрязнения с учетом повсеместно присутствующего органического фона.

Работа поддержана грантом РФФИ 19-29-05213 мк «Механизмы комплексного взаимодействия почв с нефтью, нефтепродуктами и поверхностно-активными веществами в процессах нефтезагрязнения и биоремедиации»

ЛИТЕРАТУРА

1. ПНДФ Ф 16.1.41-04. Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах почв гравиметрическим методом. – М., 2004.

2. Sieben V. J. Optical measurement of saturates, aromatics, resins, and asphaltenes in crude oil / V. J. Sieben, A. J. Stickel, C. Obiosa-Maife, J. Rowbotham, A. Memon, N. Hamed, J. Ratulowski, F. Mostowfi // Energy Fuels. – 2017. – Vol. 31. – №. 4. – P. 3684–3697. DOI: 10.1021/acs.energyfuels.6b03274.

УДК 631.4:631

ОЦЕНКА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ И ПОТЕНЦИАЛА ВЛАГИ В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Анисимов Кирилл Борисович
кандидат сельскохозяйственный наук, ФГБНУ «Почвенный институт имени В. В. Докучаева», ***Россия,*** 119017, Москва, Пыжевский пер., 7 стр. 2, *moi-07.79@mail.ru*
Муромцев Николай Александрович
доктор сельскохозяйственный наук, ФГБНУ «Почвенный институт имени В. В. Докучаева», ***Россия,*** 119017, Москва, Пыжевский пер., 7 стр. 2, *muromcev39@mail.ru*
Семенов Николай Афанасьевич
*доктор биологических наук, ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса», **Россия,** 141055, Московская область, г. Лобня, Научный городок, корпус 1, semenov4040@mail.ru*
Витязев Виктор Генрихович
*кандидат биологических наук, факультет почвоведения Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, **Россия,** 19991, Москва, Ленинские горы, д.1, стр.12., Vityazev.victor@yandex.ru*;
Грибов Василий Вахтангович
*ФГБНУ «Почвенный институт имени В. В. Докучаева», **Россия,** 119017, Москва, Пыжевский пер., 7 стр. 2,* vas1988@yandex.ru

Максимальные значения температуры воздуха, суммарного испарения и солнечной радиации наблюдаются в полуденные часы и поддерживаются на этом уровне 15–16 часов. Максимальные значения относительной влажности воздуха приурочены обычно к ночному и утреннему времени и после выпадения осадков. Понижение потенциала влаги (в условиях постоянной влажности) при повышении температуры обьясняется возрастанием подвижности и активности воды, что приводит к эффекту, аналогичному повышению её содержания.

Ключевые слова: температура воздуха, относительная влажность воздуха, осадки, суммарное испарение, скорость ветра, потенциал почвенной влаги.

THE ASSESSMENT OF METEOROLOGICAL INFORMATION AND MOISTURE POTENTIAL IN SODDY-PODZOLIC SOIL OF MOSCOW OBLAST

Anisimov K. B., Muromtsev N. A., Semenov N. A., Vityazev V. G., Gribov V. V.

The analysis of the dynamics of the main meteorological parameters and the soil moisture potential in the state of the surface air layer are presented. The maximum values of air temperature, total evaporation and solar radiation are observed at noon and are maintained at this level for 15–16 hours. The maximum values of atmosphere relative humidity are usually confined to night and morning time and after precipitation. A decrease in the moisture potential (in conditions of constant humidity) in conditions of increasing temperature is explained by an increase in the mobility and activity of moisture. The latter lead to an effect similar to an increase in its content.

Keywords: air temperature, atmosphere relative humidity, precipitation, total evaporation, wind speed, soil moisture potential.

Введение. Метеорологическая информация очень важна, особенно для оценки водного режима, влагообеспеченности растений и их прогноза. Без неё решать математические уравнения практически любых процессов гидрологических, гидрофизических и мелиоративных задач невозможно. Поэтому представлена динамика основных показателей метеорологических факторов, – температуры почвы, потенциала почвенной влаги – в течение нескольких вегетационных периодов.

Автоматическая метеостанция установлена на Зеленоградском стационаре Почвенного института им. В. В. Докучаева в середине июля 2014 г. Общий вид её компонентов и графические материалы из-за ограничения статьи, к сожалению, отсутствуют [4].

Объекты и методы исследований. Наряду с датчиками метеопараметров состояния приземного слоя атмосферы метеостанция оснащена датчиками потенциала почвенной влаги и температуры почвы. Показания метеодатчиков, а также датчиков температуры почвы и

потенциала почвенной влаги (по четыре датчика) были выведены на дисплей и на компьютер, размещенные в лабораторном здании.

Датчики потенциала почвенной влаги (длина 70 мм, диаметр 18 мм) и температуры почвы (длина 30 мм, диаметр 5 мм) установлены соответственно на следующих глубинах дерново-подзолистой суглинистой почвы: 5–12 и 5–8 см (№ 1), 30–37 и 30–33 см (№ 2**)**, 50–57 и 50–53 см (№ 3) и 70–77 и 70–73 см (№ 4).

К наиболее существенным информативным данным для оценки состояния приземного слоя воздуха мы относим осадки, суммарное испарение (испаряемость), температуру и относительную влажность воздуха, скорость ветра, атмосферное давление и солнечную радиацию [1, 3]. Принцип действия датчиков потенциала влаги основан на зависимости электрического сопротивления датчика от влажности системы датчик–почва. Информация с датчиков метеостанции на дисплей поступает с интервалом 10 мин.

Результаты и обсуждение. Максимальные значения температуры воздуха, суммарного испарения и солнечной радиации наблюдаются в полуденные часы и поддерживаются до 15–16 час (рисунок 1). Максимальные значения относительной влажности воздуха приурочены обычно к ночному и раннеутреннему времени. Поскольку максимальное напряжение большинства метеопараметров приходится на полуденные часы, то для общей характеристики их динамик принимаем изменения на время14:00. Для общей их характеристики во времени и в течение вегетационного периода этого, по нашему мнению, вполне достаточно [2, 3].

Полуденные (14:00) значения этих метеопараметров за период с 24 июля 2014 по 21 июня 2015 г. приведены на рисунке 1. Величины солнечной радиации, суммарного испарения, температуры воздуха и скорости ветра максимальны, а относительной влажности соответственно минимальны в течение июля и августа. Редкие выпадения осадков неизменно приводят к повышению относительной влажности воздуха, снижению температуры воздуха, суммарного испарения и солнечной радиации (последние – часто до нуля).

В интервале невысоких положительных и тем более отрицательных значений температуры воздуха взаимосвязь метеопараметров и доминированное влияние одних параметров на другие ослабляется и если заметным образом и проявляется, то как-то неопределенно и неоднозначно**.** За период с 13 октября по 5 ноября 2014 г. температура характеризуется неоднократным чередованием повышения и понижения значений (пилообразная динамика). Осадков за этот период наблюдений выпало мало, всего около 26 мм. Колебания температуры и относительной влажности воздуха, скорости ветра и суммарного испарения наблюдаются соответственно в следующих интервалах: 16,6… -5 ^{o}C, 44–98 %, 0,6–20 м/с и 0,13–1,06 мм.

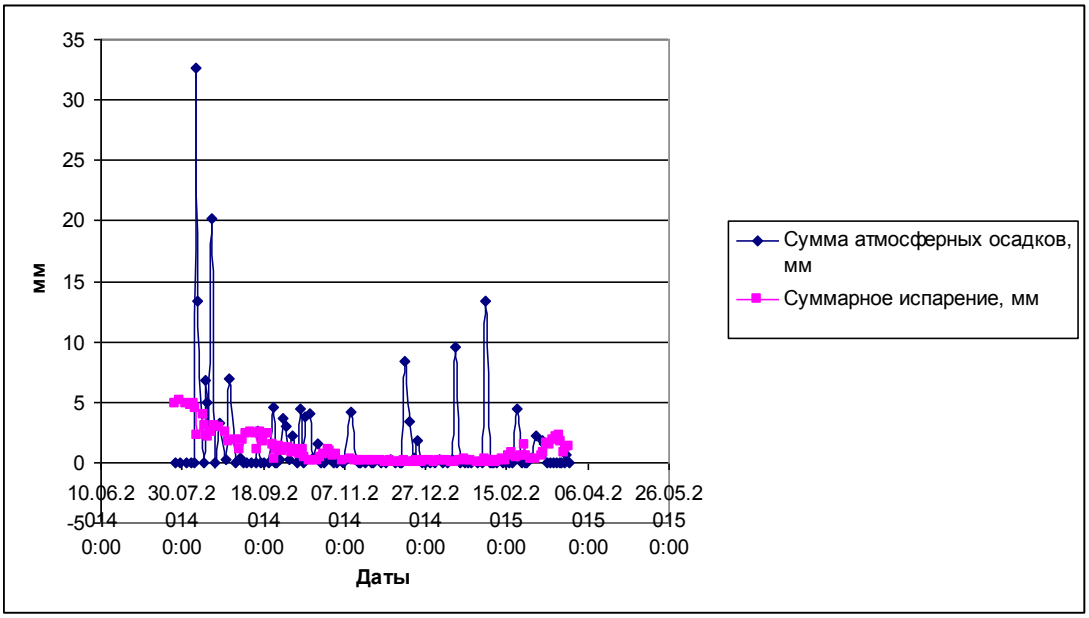


Рисунок 1 – Динамика осадков и суммарного испарения.

Ход температуры воздуха (понижение или повышение) в интервале сравнительно невысоких положительных и низких отрицательных значений (16…-5^{0}C), по-видимому, замет-

ным образом не влияет на относительную влажность воздуха и суммарное испарение, не говоря уже о радиации. В дальнейшем, в течение ноября – декабря 2014 г и января – начала февраля 2015 г., динамика метеопараметров в целом повторяет описанные ранее (октябрь – ноябрь 2014 г.) их особенности. Положительные значения температуры воздуха 6–7 ноября (5,6 ºС) понизились к 15-му числу до 0,2 ºС, а 16 ноября они перешли в область отрицательных значений (–5.2 ºС).

Динамика потенциала почвенной влаги представлена на рисунке 2. Потенциал влаги к началу августа 2014 г. составляет 134, 77, 57 и 52 кПа соответственно в слоях 5–12, 30–37, 50–57 и 70–77 см. Суточные изменения температуры почвы уменьшаются и сверху вниз по почвенному профилю, и во времени [5]. Они лежат в пределах 1.5 ºС в верхних и 0,4–03 ºС в нижних слоях почвы, приближаясь к нулю с глубиной при стабилизации содержания влаги. Минимальная величина суточного изменения температуры почвы в самых верхних слоях наблюдается к 9–12 ч, а в слоях на уровне 30 и 50 см – к 15 часам

Температура почвы в 18–16 ºС в июле и августе понизилась к первой декаде ноября до 4–2 ºС (в целом по профилю почвы). Далее, в начале декабря, она в слое 5–8 см перешла в область невысоких отрицательных значений (–1…–2 ºС), а в слоях 30–33, 50–53 и 70–73 см понизилась до невысоких положительных величин (0,7–1,5 ºС). Существенные изменения потенциала почвенной влаги наблюдаются в основном в верхнем слое (5–12 см) и колеблются в интервале от 150 до 5–7 кПа. Однако в начале декабря с понижением температуры почвы потенциал повысился до 200 кПа и оставался на этом высоком уровне в течение трёх недель. В конце декабря потенциал в верхнем слое понизился до 40–35 кПа и приблизился к значениям потенциала в слое 30 – 77 см. Динамика потециала в слоях 30–37, 50–57 и 70–77 см в течение всего времени наблюдений плавная, спокойная при максимуме 80–65 кПа. К середине сентября его значения понизились до 40 – 35 кПа и находились на этом уровне до середины апреля 2015 г.

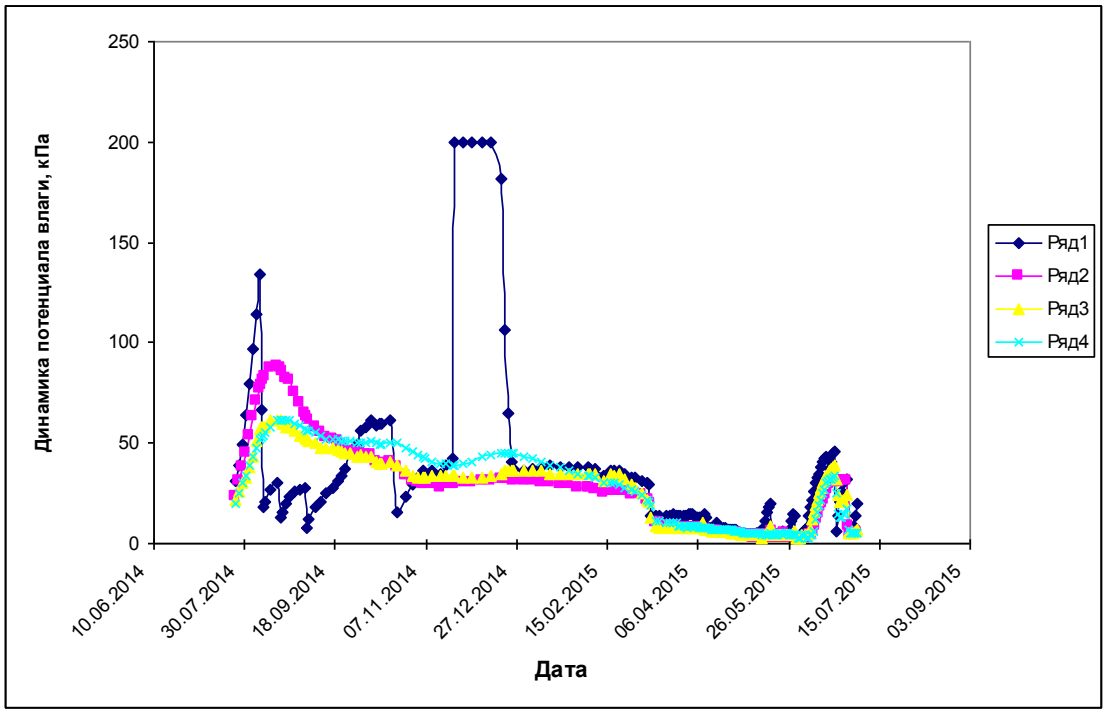


Рисунок 2 – Динамика потенциала влаги в дерново-подзолистой суглинистой слабооглеенной почве: 1– в слое 5–12, 2 – 30–37, 3 – 509–57 и 4 – в слое 70–7 см.

Выводы.

1. Выпадение осадков снижает величину прямой солнечной радиации нередко до нуля, а суммарное испарение до минимальных значений, близких к нулю, что способствует понижению температуры воздуха; увеличение силы ветра часто приводит к заметному повышению суммарного испарения и снижению влажности воздуха.

2. Температура и относительная влажность воздуха в течение суток не изменяются, составив соответственно 3,6 – 3,7 ºС и 96 %. Суточные изменения температуры почвы лежат в

пределах 1,5 °С в верхних и 0,4–0,3 °С в нижних слоях почвы, приближаясь к нулю с глубиной при стабилизации содержания влаги.

3. Существенные изменения потенциала почвенной влаги наблюдаются в основном верхнем (5–12 см) колеблются в интервале от 150 до 5–7 кПа. Понижение потенциала влаги при постоянной влажности и при повышении температуры обьясняется возрастанием подвижности и активности влаги.

ЛИТЕРАТУРА

1. Муромцев Н. А. Особенности формирования водного режима дерново-подзолистой почвы на различных элементах почвенной катены / Н. А. Муромцев, К. Б. Анисимов // Бюллетень Почвенного института имени В. В. Докучаева. – 2014. – Вып. 77. – С. 78–93.

2. Муромцев Н. А. Закономерности гидротермического режима почв и влагообеспеченности растений / Н. А. Муромцев, Ю. А. Мажайский, К. Б. Анисимов, Н. А. Семёнов. – Рязань, 2018. – 150 с.

3 Семенов Н. А. Лизиметрические исследования в луговодстве / Н. А. Семенов, Н. А. Муромцев, Г. А. Сабитов, Б. И. Коротков. – М. : Изд-во Аверс Пресс. – 2005. – 584 с.

4. Руководство по монтажу и использованию автоматической метеостанции. – Гавард. 2009. – 63 с.

5. Otilija Miseckaite, Yuri Mazhayskiy, Nikolay Muromtsev, Kirill Anisimov, Pavlov Artem. Dynamics of the potential soil moisture and temperature in the podsolic soil // Jahorina, 3–6 October 2019, X International agriculture symposium, GROSYM – Bosnia and Herzegovina, 2019.

УДК 631.471

ДИАГНОСТИКА ПРОЦЕССОВ ОПУСТЫНИВАНИЯ В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ МЕТОДАМИ ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА

Жумбей Антон Игоревич, *Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского,* ***Россия****, Ростов-на-Дону, lamar96@yandex.ru*

Спектральные индексы состояния растительности – это современный, хорошо изученный и проверенный метод оценки растительного покрова. Благодаря имеющимся методам вычисления поглощения и отражения растениями световых волн красного и ближнего инфракрасного излучения, мы можем получать данные о процентном покрытии земной поверхности растительностью, суммарной площади листовых пластинок, биомассе растений, фотосинтетической активности. Диагностика процессов опустынивания начинается с анализа ежегодного состояния растительного покрова в течение всего сезона вегетации, технологии дистанционного мониторинга позволяют это выполнять быстро и с высокой точностью [4, 6].

Ключевые слова: дистанционный мониторинг, ГИС, опустынивание, космические снимки, растительный покров.

DIAGNOSTICS OF DESERTIFICATION PROCESSES IN THE ROSTOV REGION BY REMOTE MONITORING METHODS

Zhumbey A. I.

Spectral vegetation indices are modern and well-studied plant condition estimation method. Through available valuing absorption and reflection of red and NIR-red waves methods we can receive data about biomass, percent green cover, green leaf area, productivity and photosynthetic activity. Diagnostics of desertification processes begins from annual analysis of vegetation cover during whole growing season what the methods of remote monitoring allows to make quick and with high precision.

Keywords: remote monitoring, GIS, desertification, space imagery, vegetation cover.

Юго-восточные районы Ростовской области – Заветинский, Ремонтненский, Зимовниковский, Дубовский, Пролетарский и Орловский – находятся в зоне аридных и семиаридных климатических условий с непромывным и местами выпотным водным режимом почв, значительной испаряемостью и небольшим количеством осадков на протяжении всего года [1].

Опустынивание как совокупность процессов деградации ландшафтов в таких условиях происходит при значительном участии человека. На протяжении длительных периодов времени происходит естественная смена климатических условий, что приводит к усилению и ослаблению аридизации климата в разное время. Человек своей хозяйственной деятельностью способен влиять на изменение средних температур, водный режим и распределение влаги в ландшафтах, а нарушение баланса этих двух факторов приводит к истощению земель и началу опустынивания.

Анализ косвенных параметров состояния ландшафтов, таких как растительность, на первом этапе дает возможность оценить ситуацию и определить вероятные масштабы происходящих изменений. Крупные циклические изменения, как правило, не связаны с такими изменениями в условиях ландшафта, как локальное сокращение водного стока из-за строительства ирригационной сети или дорог, перекрывающих внутрипочвенный сток. Поэтому важно определить масштаб и качество изменений, наблюдающихся при мониторинговых исследованиях. Методы дистанционного мониторинга в данном исследовании позволили получить информацию о ежегодных циклах активности растительного покрова вне сельскохозяйственных угодий, которые коррелируют с данными метеорологических станций по ряду параметров: сумме осадков за месяц, годовому распределению осадков по месяцам, сумме температур в месяцы начала вегетации [3].

Дистанционные методы мониторинга в данном исследовании представлены расчетами индексов NDVI, SAVI, SIPI. Алгоритмы расчета данных индексов дают информацию об активности растений на территории охвата космоснимка по суммарной площади поверхности листовых пластин с учетом мешающего эффекта почвенного покрова. Последнее актуально для участков с неплотным растительным покровом и участками голой поверхности почвы. Учитывается также соотношение содержания каротиноидов и хлорофилла в растительной массе, что в сумме дает относительно полную информацию о состоянии растений исследуемых ландшафтов [2, 4]. Согласно полученным данным можно сделать вывод об отсутствии стабильного смещения состояния растительности на протяжении 5 последних лет в сторону повышения или понижения аридизации в районах исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безуглова О. С. Проблемы опустынивания, деградации земель и засух в Ростовской области / О. С. Безуглова, О. Г. Назаренко, И. Н. Ильинская // Национальный доклад «Глобальный климат и почвенный покров России: опустынивание и деградация земель, институциональные, инфраструктурные, технологические меры адаптации (сельское и лесное хозяйство)» / ред. Р. С.-Х. Эдельгериев. – Т. 2. – Раздел 4.1.2. – М. : «Издательство МБА», 2019. – С. 208–217.

2. Be´gue´ A. Leaf area index, intercepted photosynthetically active radiation, and spectral vegetation indices: a sensitivity analysis for regular-clumped canopies / A. Be´gue´ // Remote Sensing of Environment. – 1993. – 46. – С. 45–59.

3. Graetz R. D. Remote sensing of terrestrial ecosystem structure: an ecologist’s pragmatic view/ R. D. Graetz // Remote sensing of biosphere functioning / Eds. R. J. Hobbs & H. A. Mooney. – New York : Springer-Verlag. – 1990. – С. 5–30.

4. Huete A. A soil-adjusted vegetation index (SAVI). Remote Sensing of Environment. – 1988. – 25(3). – С. 295–309.

5. Huete A. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices / A. Huete, K. Didan, T. Miura, E. P Rodriguez, X. Gao, L. G. Ferreira // Remote Sensing of Environment. – 2002. – 83. – С. 195–213.

6. Tucker C. J. (). Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation / C. J. Tucker // Remote Sensing of Environment. – 1979. – 8(2). – С. 127–150.

УДК 631.879.42

РАСЧЕТ СОПРЯЖЕНИЯ БЬЕФОВ ЗА БАШЕННЫМИ ВОДОСБРОСАМИ

Круглов Георгий Георгиевич, *кандидат технических наук, Белорусский национальный технический университет,* ***Беларусь,*** *г. Минск, kafedrabntu@yandex.by*

Казьмирук Дмитрий Витальевич, *Белорусский национальный технический университет,* ***Беларусь,*** *г. Минск, kafedrabntu@yandex.by*

В статье приведены данные лабораторных исследований по определению функциональной зависимости сжатой глубины от диаметра трубы и глубин воды в верхнем и нижнем бьефах плотин с башенными водосбросами. Анализ результатов позволил получить эмпирическую зависимость, пользуясь которой, в рамках оговоренных граничных условий, можно определять величину сжатой глубины. Это позволит определять достоверные параметры крепления в нижнем бьефе башенного водосброса, поскольку существующие рекомендации по определению сжатой глубины дают значительные погрешности в нахождении длины водобоя за водосбросом.

Ключевые слова: башенный водосброс, напорная труба, сопряжение бьефов, сжатая глубина, водобой.

CALCULATION OF THE CONJUGATION OF BEEFS FOR TOWED WATER DRAINS

Kruhlou H. H., Kazmiruk D. V.

The article presents data from laboratory studies to determine the functional dependence of the compressed depth on the diameter of the pipe and water depths in the upper and lower pools of dams with tower spillways. An analysis of the results made it possible to obtain an empirical dependence, using which, within the agreed boundary conditions, it is possible to determine the value of the compressed depth. This will make it possible to determine reliable fastening parameters in the downstream of the tower spillway, since the existing recommendations for determining the compressed depth give significant errors in finding the length of the water hole beyond the spillway.

Keywords: tower spillway, standpipe, pool mating, compressed depth, apron.

Введение. Башенные водосбросы являются наиболее распространенными сооружениями в составе низконапорных гидроузлов. Применяются в качестве водосбросов и водовыпусков. По условиям размещения бывают береговые или в теле плотины. Трубчатые безбашенные водосбросы могут размещаться в любой части плотины: русловой, пойменной, в береговых примыканиях. Башенные водосбросы по условиям регулирования бывают регулируемые и нерегулируемые. Регулируемые водосбросы снабжаются затворами [1].

Устройство бетонных, железобетонных или металлических труб в теле земляной плотины всегда связано с опасностью возникновения контактной фильтрации и фильтрационных деформаций грунта тела плотины. Однако они нашли широкое применение в составе низко- и средненапорных гидроузлов в связи с тем, что существенно упрощают пропуск расходов воды в реке в период строительства гидроузла и не требуют устройства дополнительных временных сооружений для этих целей. [2]

Наибольшее распространение во многих странах ближнего и дальнего зарубежья получили башенные водосбросы (рисунок 1).

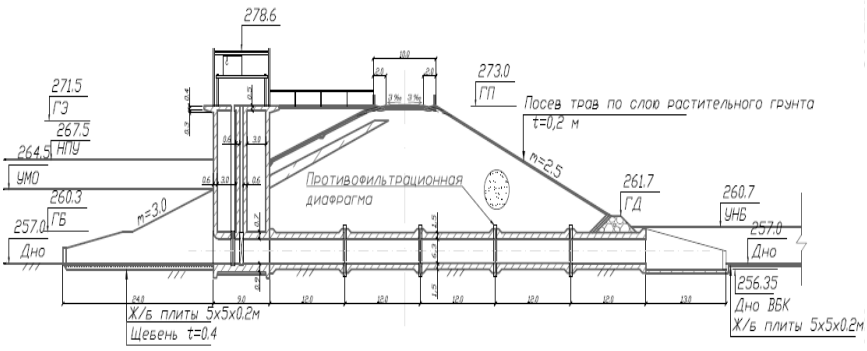


Рисунок 1 – Продольный разрез по башенному водосбросу

Задачи гидравлического расчета трубчатых водосбросов сводятся к определению их размеров и конфигурации, обеспечивающих при пропуске заданных расходов допустимые гидродинамические нагрузки, отсутствие опасных кавитационных воздействий на отдельные элементы тракта и опасных размывов русла. Водосброс, удовлетворяющий этим требованиям, выбирается в результате рассмотрения ряда его вариантов, для каждого из которых выполняются следующие гидравлические расчеты:

1. Определение пропускной способности (расхода) водосброса.

2. Определение режимов потока в водосбросе при различных расходах и уровнях бьефов, а также различных открытиях регулирующего затвора.

3. Расчет аэрационных шахт, проектируемых для устранения опасных кавитационных явлений и смены режимов течения (от безнапорного к напорному и, наоборот, от напорного к безнапорному).

4. Прогнозирование зон значительного понижения давления по сравнению с атмосферным и сопутствующих ему явлений кавитации и кавитационной эрозии, а также возможности возникновения кавитации за счет появления зон отрыва за выступами шероховатости, швами бетонирования, пазами и в связи с появлением вихревых шнуров.

5. Определение гидродинамических нагрузок на элементы тракта трубчатого водосброса при различных режимах потока.

6. Расчет концевых участков, определение условий сопряжения потока на участке перехода к естественному руслу, определение деформаций дна на участке русла, примыкающем к сооружению [3].

В данной статье рассмотрен расчёт концевых участков.

Теоретические положения. Расчет заключается в определении сжатой глубины h_c за водосбросом, которая принимается за первую сопряженную глубину $h' = h_c$, нахождении второй сопряженной глубины h'' и определении конструкции и параметров крепления нижнего бьефа.

Основной проблемой в расчетах сопряжения бьефов за башенными водосбросами является определение сжатой глубины. При напорном режиме в трубе предлагается за сжатую глубину принимать глубину на выходе из трубы. Ее рекомендуется принимать или равной высоте трубы [6], или 0,85 $h_к$ [7], где $h_к$ – критическая глубина, которая незначительно отличается от высоты трубы.

Выполненные по этим рекомендациям многочисленные расчеты сопряжения бьефов показали, что при напорах 8–20 м и диаметрах труб 1,5–3,0 м длина водобоя не превышала 3–6 м. Очевидно, что для мощной, концентрированной струи, выходящей из напорной трубы, такой длины водобоя недостаточно для гашения избыточной кинетической энергии потока. Действительно, длина водобоя за башенными водосбросами на действующих украинских гидроузлах (Карловском, Завадовском, Краснопавловском, Анновском и др.) колеблется в интервале 17–20 м, что подтверждает ошибочность предлагаемой методики расчета.

Таким образом, основной задачей исследования было изучение режимов сопряжения бьефов и нахождение экспериментальной зависимости для определения сжатой глубины, использование которой при расчетах сопряжения бьефов давало бы результаты, согласующиеся с реальными параметрами действующих сооружений.

В основу гидравлических исследований потока в нижнем бьефе башенного водосброса положен метод физического моделирования. Для правильного воспроизведения физической природы явлений необходимо обеспечить механическое, кинематическое и динамическое подобие изучаемых явлений, которые выражаются в геометрическом подобии форм, распределении скоростей, давлении и других физических констант [8].

При моделировании безнапорных турбулентных потоков, которые характеризуются наличием свободной поверхности, где движение происходит с преобладанием сил тяжести, определяющим является равенство критериев Фруда. При этом режимы движения потока на модели и в натуре должны быть подобны, что проверяется выполнением условия:

$$R_e > R_{екр}. \qquad (1)$$

Критическое значение числа Рейнольдса для открытых русел составляет: $R_{екр}$ = 800…900. Кроме того, для модели и натуры должны быть равны значения коэффициентов гидравлического трения. Для исследованного на модели диапазона глубин в нижнем бьефе 2,1…9,05 см числа Рейнольдса изменялись в пределах 2500…3500, что соответствовало условию (1).

Для соблюдения подобия коэффициентов гидравлического трения коэффициент шероховатости материала модели должен быть в λ (λ – масштаб моделирования) раз меньше коэффициента шероховатости натуры. Дно нижнего бьефа башенного водосброса крепится бетонными и железобетонными плитами, для которых коэффициент шероховатости принимается равным 0,014…0,017. Для геометрического подобия модели в λ раз меньше натуры коэффициент шероховатости модели также должен быть в λ раз меньше коэффициента шероховатости натуры. При масштабе моделирования λ = 60…70 коэффициент шероховатости модели будет составлять 0,007…0,008. Согласно [8, 9] такие поверхности могут быть изготовлены из тщательно отструганных досок, покрытых эмалевой краской.

Лабораторные исследования. В гидравлической лаборатории кафедры «Гидротехническое и энергетическое строительство, водный транспорт и гидравлика» БНТУ г. Минска были выполнены исследования режимов сопряжения бьефов за тремя трубами диаметром 3,5, 4,5 и 6,5 см.

Трубы устанавливались в гидравлическом зеркальном лотке шириной 16 см и длиной 250 см с деревянным, окрашенным дном.

Для измерения отметок уровней воды в верхнем и нижнем бьефах использовался шпиц-масштаб Агира, установленная на бортах лотка. Точность измерения отметок уровней воды с помощью шпиц-масштаба 0,1 мм.

Регулирование расхода воды, поступающего на модель, осуществлялось с помощью задвижки на подающем трубопроводе, а регулирование уровней воды в нижнем бьефе – с помощью жалюзи на выходе из лотка.

Исследования выполнялись в следующем порядке. В верхнем бьефе перед трубой устанавливалась максимальная глубина. Труба работала в напорном режиме. В нижнем бьефе с помощью жалюзей устанавливался режим отогнанного гидравлического прыжка (рисунок 2). При установившемся режиме истечения измерялись глубина в верхнем бьефе H_1, в нижнем бьефе за прыжком H_2, соответствующая бытовой глубине $h_б$, и глубина воды в сжатом сечении h_c. После этого изменялись глубины в верхнем и нижнем бьефах, и повторялись все измерения.

Рисунок 2 – Режим отогнанного прыжка за трубчатым водосбросом

Результаты исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Опытные значения сжатой глубины

D, см	H_1/D	h_c/H_2	D, см	H_1/D	h_c/H_2	D, см	H_1/D	h_c/H_2
6,5	4,24	0,20	4,5	5,21	0,15	3,5	6,23	0,18
	2,75	0,56		5,76	0,13		4,60	0,22
	3,08	0,40		4,86	0,19		4,19	0,23
	3,08	0,50		2,90	0,45		4,74	0,31
	3,64	0,48		3,99	0,33			
	3,64	0,30						
	2,94	0,35						

Как видно, во всех опытах сжатая глубина значительно меньше диаметра трубы, следовательно, использование вышеприведенных рекомендаций по определению сжатой глубины приводит к значительным погрешностям в определении длины водобоя, что и показали выполненные многочисленные расчеты сопряжения бьефов за башенными водосбросами.

Проведенный анализ опытных данных показал, что сжатая глубина является функцией трех переменных:

$$h_c = f\,(H_1,\ H_2\ ,\ D). \qquad (2)$$

При выводе эмпирического уравнения регрессии, описывающего зависимость (2), использовались не абсолютные величины переменных, а относительные, что значительно упростило применение полученного уравнения. В связи с этим были введены относительные величины $\frac{H_1}{D}$ и $\frac{h_c}{H_2}$, характеризующие связи между сжатой глубиной, диаметром дрены и глубинами воды в верхнем и нижнем бьефах

В результате обработки опытных данных был получен график (рисунок 3), устанавливающий связь между включенными в зависимость (2) переменными.

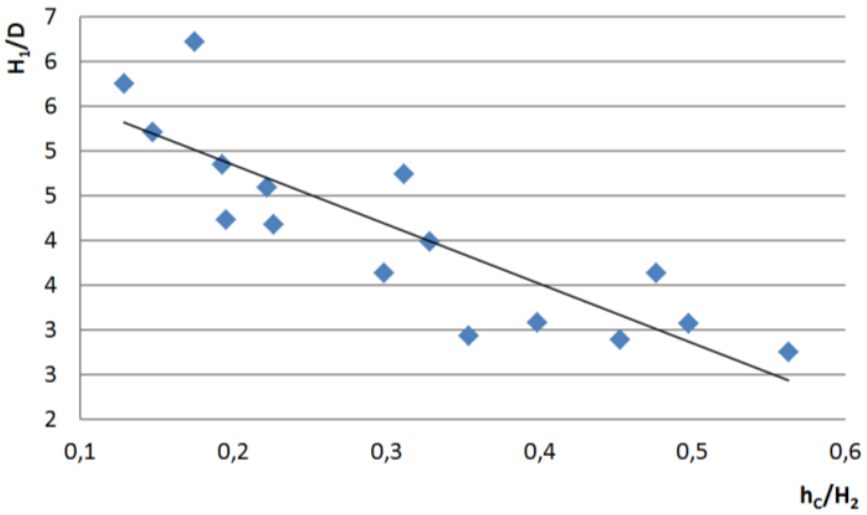


Рисунок 3 – Графики зависимости $\frac{h_c}{H_2} = f\,(\frac{H_1}{D})$

Расчеты, связанные с определением коэффициентов эмпирического уравнения регрессии методом наименьших квадратов [9], дисперсионным анализом по проверке гипотезы линейности эмпирического уравнения, позволили получить зависимость:

$$\frac{h_c}{H_2} = 0{,}679 - 0{,}088\,\frac{H_1}{D}, \qquad (3)$$

теснота связи переменных в которой характеризуется коэффициентом корреляции r= 0,824.

Пользуясь зависимостью (3), при граничных условиях $\frac{H_1}{D} = 1{,}7...6{,}5$ и $\frac{H_2}{D} = 0{,}7...1{,}8$ и области применения 0,12< $\frac{h_c}{H_2}$ <0,56 можно определять сжатую глубину за башенным водосбросом, работающем в напорном режиме.

Выполненные расчеты сопряжения бьефов с использованием зависимости (3) дают длину водобоя в интервале 10–16 м, что согласуется с параметрами действующих башенных водосбросов.

Выводы

1. Результаты исследований показали существенную погрешность существующей методики определения сжатой глубины за башенными водосбросами при расчете концевых участков, определение условий сопряжения потока на участке перехода к естественному руслу.

2. Полученная эмпирическая зависимость позволяет определять сжатую глубину и выполнять расчет сопряжения бьефов за башенными водосбросами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волков В. И. Конструкции входных оголовков трубчатых водосбросов [текст] / В. И. Волков. – М., 2010. – 38 с.

2.Круглов Г. Г. Сопряжение бьефов за трубчатыми водосбросами и водоспусками / Г Г. Круглов, О. В. Немеровец, Д. В. Казьмирук // Мелиорация. – Минск, 2019. – № 1(87). – С. 12-16.

3.Руководство по гидравлическим расчетам водосбросов бетонных и железобетонных плотин[текст] : метод. пособ. // ФАУ «Федеральный центр нормирования, стандартизации и оценки соответствия в строительстве». – 319 с.

4. Гидравлические расчеты водосбросных гидротехнических сооружений : справочное пособие / Д. Д. Лаппо [и др.]. – М. : Энергоатомиздат, 1988. – 624 с.

5. Богославчик П. М. Проектирование и расчеты гидротехнических сооружений / П. М. Богославчик, Г. Г. Круглов. – Минск : Вышэйшая школа, 2018. – 367 с.

6. Недрига В. П. Гидротехнические сооружения: справочник проектировщика / В. П. Недрига. – М. : Стройиздат, 1983. – 543 с.

7. Нестеров Н. В. Гидротехнические сооружения : учеб. пособие / Н. В. Нестеров. – Минск : Новое знание, 2006. – 616 с.

8. Леви И. И. Моделирование гидравлических исследований / И. И. Леви. – Л. : Энергия, 1967. – 210 с.

9. Айвазян С. А. Статистическое исследование зависимостей / С. А. Айвазян. – М. : Металлургия, 1968. – 227 с.

УДК 631.432.25

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГИГРОСКОПИЧЕСКОЙ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВ КАК ПОЧВЕННО-ГИДРОЛОГИЧЕСКОЙ КОНСТАНТЫ

Болоха Ксения Александровна, *ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», **Россия**, г. Ростов-на-Дону, ksenia.chernorizova@yandex.ru*

Морозов Игорь Вадимович, *кандидат биологических наук, доцент, ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», **Россия**, г. Ростов-на-Дону, migovad@sfedu.ru*

В данной работе было установлено влияние различных способов подготовки почвенных образцов на определение гигроскопичности чернозема обыкновенного карбонатного, а также гигроскопической влажности почвы при различной относительной влажности воздуха 35–40, 60–65 и 95 %. Объектом исследования является чернозем обыкновенный карбонатный среднемощный тяжелосуглинистый иловато-крупнопылеватый на лессовидном тяжелом суглинке (Ботанический сад ЮФУ).

Ключевые слова: чернозем обыкновенный карбонатный, гигроскопическая влажность, максимальная гигроскопическая почвенная влага, влажность воздуха.

NEW METHOD FOR INVESTIGATION OF THE SOIL HYDROSCOPIC MOISTURE AS THE SOIL-HYDROLOGICAL CONSTANT

Bolokha K. A., Morozov I. V.

The approach to working out of new method for investigation of the soil hydroscopic moisture as the soil-hydrological constant have shown at this article. The hygroscopicity of Ordinary Calcareous Chernozem was established. For this purpose, the determination of the soil hygroscopic moisture at different relative humidity of 35-40 %, 65% and 95% was carried out. The object of the study is Ordinary Calcareous Chernozem medium-sized heavy loam silt-coarse-dusty on loess-like heavy loam (Botanical garden of the Southern Federal University).

Keywords: ordinary carbonate Chernozem, hygroscopic humidity, maximum hygroscopic soil moisture, air humidity.

Введение. Известно, что содержание гигроскопической и максимальной гигроскопической почвенной влаги зависит главным образом от адсорбционной способности почв, т. е. количественных и качественных особенностей почвенно-поглощающего комплекса: гранулометрического состава (содержания илистой и коллоидной фракций), удельной поверхности почв и характера поверхности твердых фаз почвы, содержания органического вещества, состава поглощенных катионов, наличия или отсутствия легкорастворимых солей и др.

Необходимость изучения содержания влаги в почве, особенно гигроскопической, определяется не только ее ролью в почвообразовательных процессах, но и необходимостью выполнения различного рода пересчетов результатов химических, агрохимических, физических и других видов анализа на сухое вещество, для оценки адсорбционной способности почв, степени дисперсности и т. д.

Однако, в настоящее время величины гигроскопической влажности используются в подавляющем большинстве исследований для пересчета результатов анализа на сухое вещество, что, на наш взгляд, существенным образом искажает физическую и генетическую сущность данного параметра.

Цель работы – разработать метод определения гигроскопической влажности почв как почвенно-гидрологической константы.

Объект и методы исследования. В качестве объекта исследования был использован чернозем обыкновенный карбонатный в Ботаническом саду Южного федерального университета. Черноземы обыкновенные карбонатные распространены в северной части степной зоны [2]. Сформировались под разнотравно-типчаково-ковыльной растительностью. В настоящее время почвы почти повсеместно распаханы. Почвообразование идет преимущественно на лессовидных суглинках и легких глинах, на бурых и красно-бурых тяжелых суглинках и частично на элювии коренных пород. Для определения гигроскопической влажности были использованы следующие методы:

1. Определение гигроскопической влажности воздушно-сухих образцов почвы термостатно-весовым методом. Высушивание образцов происходит при 105° С.

2. Определение гигроскопической влажности почвенных образцов, насыщенных парами воды при относительной влажности воздуха 65 % (в эксикаторе с $Ca(NO_3)_2$) с последующей сушкой в термостате при 105° С.

3. Определение гигроскопической влажности почвенных образцов, насыщенных парами воды, при относительной влажности воздуха 95 % (метод Николаева, в эксикаторе с K_2SO_4) с последующей сушкой в термостате при 105° С [1].

Результаты и их обсуждение. На основании проведенных исследований нами предлагается понятию *«гигроскопическая влажность»* придать генетический смысл, введя контролируемые термодинамические параметры системы, приведя внешние по отношению к почве условия к нормальным (н. у.), т. е. задавая температуру 20 ºС, давление 1 *атм* (760 *мм рт. ст.*) и относительную влажность воздуха 60–65 %. Кроме того, предложено новое понятие *«коэффициент гигроскопичности»*. Известно, что гигроскопичность почв определяется, в первую очередь, ее внутренними свойствами: минералогическим и химическим составами, степенью

дисперсности, содержанием гумуса, наличием или отсутствием легкорастворимых солей и другими факторами. Однако в не меньшей степени гигроскопические свойства почв и грунтов будут определяться и внешними факторами: количеством парообразной влаги, содержащейся в окружающем почву воздухе, упругостью паро-воздушной смеси, температурой, атмосферным давлением, т. е. термодинамическими условиями системы.

Таким образом, при прочих равных условиях, например, при известном минералогическом, химическом и гранулометрическом составе, известном содержании гумуса и т.д., содержание адсорбированной воды будет определяться внешними по отношению к почве условиями (относительной влажностью воздуха). Это, в свою очередь, и будет влиять на содержание гигроскопической влаги в почве или породе. Проведенные исследования показали, что при определении гигроскопичности чернозема обыкновенного карбонатного при относительной влажности воздуха 40 % величина, соответствующая гигроскопической влажности постепенно убывает вниз по профилю от 4,37 в гор. $А_{пах}$ до 3,09 % в гор. $В_2$, $ВС_к$ и С. Плавное снижение содержания прочносвязанной влаги в профиле черноземных почв обусловлено постепенным снижением общего запаса органического вещества и гумуса, в частности. Полученные нами величины гигроскопической влажности являются наиболее характерными для черноземов обыкновенных карбонатных тяжелосуглинистых и не противоречат данным, опубликованным в научной литературе.

Исследования, выполненные при относительной влажности воздуха 60 % (т. е. при нормальных условиях), показали, что гироскопическая влажность исследуемой почвы, как и в случае общепринятого метода определения, постепенно изменяется в интервале от 7,7 в гор. $А_1$ до 6,1 % в гор. С. Аналогичные закономерности получены и для максимальной гигроскопической влажности: максимум приходится на верхние горизонты почвы – 11,9 % в гор. $А_1$ с постепенным уменьшением величины данного параметра вниз по профилю – до 9,3 % в гор. ВС и С. Результаты расчета отношений между параметрами влажности, полученными при различной относительной влажности воздуха, составили для гор. $А_1$ – $W_{мгв95} : W_{гв60} : W_{гв40}$ = 1 : 1,56 : 2,73. При этом для профиля в целом эти отношения принимают следующие величины: $W_{мгв95} : W_{гв60} : W_{гв40}$ = 1 : 1,50 : 3,01.

Выводы. Результаты исследований показали, что гигроскопические свойства гор. $А_1$ чернозема обыкновенного карбонатного при различной относительной влажности воздуха соотносятся между собой, как $W_{мгв95} : W_{гв60} : W_{гв40}$ = 1 : 1,56 : 2,73. Для профиля в целом эти отношения принимают величины $W_{мгв95} : W_{гв60} : W_{гв40}$ = 1 : 1,50 : 3,01. Таким образом, максимальная гигроскопическая влажность в 1,5 раза больше, чем гигроскопическая влажность, полученная при нормальных условиях ($W_в$ 65 %), которая, в свою очередь, почти в 2 раза больше гигроскопической влажности, установленной общепринятым методом. Предлагается для изучения гигроскопической влажности почв как гидрологической константы почвенные образцы выдерживать в контролируемых условиях с относительной влажностью 60 %. Исследованный чернозем обыкновенный карбонатный характеризуется содержанием гигроскопической влаги (при н. у.) в интервале от 7,70 % в гор. $А_1$ до 6,07 % в гор. С.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв / Е. В. Аринушкина. – М. : МГУ., 1986. – 486 с.

2. Вальков В. Ф. Почвоведение (Почвы Северного Кавказа) / В. Ф. Вальков, Ю. А. Штомпель, В. И Тюльпанов. – Краснодар, 2002. – 728 с.

УДК 631.95

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ АГРОЛАНДШАФТА ПРИ ПОМОЩИ КОЭФФИЦИЕНТА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СТАБИЛЬНОСТИ В УСЛОВИЯХ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Михайленко Ирина Ивановна, *кандидат биологических наук, ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН»,* ***Россия,*** *ira-mik86@yandex.ru*
Евдокименкова Марина Ивановна, *ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН»,* ***Россия***
Кувшинова Анастасия Анатольевна, *ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН»*
Смирнова Нина Александровна*, НИУ «БелГУ»,* ***Россия***

В статье приводится оценка устойчивости агроландшафта при помощи коэффициента экологической стабильности в условиях Белгородской области. Установлено, что исследуемая территория имеет нестабильное состояние и требует пересмотрения и формирования более правильной структуры посевных площадей.
Ключевые слова: агроландшафт, экологическая стабильность, структура посевных площадей.

ASSESSMENT OF AGRICULTURAL LANDSCAPE STABILITY USING THE COEFFICIENT OF ENVIRONMENTAL STABILITY IN THE BELGOROD REGION

Mikhailenko I. I., Evdokimenkova M. I., Kuvshinova A. A., Smirnova N. A.

The article provides an assessment of the stability of the agricultural landscape using the coefficient of environmental stability in the Belgorod region. It is established that the studied territory has an unstable state and requires a revision and formation of a more correct structure of the cultivated areas.
Keywords: agricultural landscape, ecological stability, structure of acreage.

Экологическая устойчивость агроландшафта – это способность поддерживать сформированную структуру и заданные производительные и социальные функции при воздействии внешних факторов, сохраняя биосферные. Экологическая устойчивость природных экосистем выше, чем агроэкосистем. Поэтому необходимо изучать механизмы природной устойчивости экосистем с высокой биопродуктивностью для использования их при формировании агроландшафтов. В основе этих механизмов лежит замкнутый биологический круговорот веществ при большом видовом разнообразии и высокой численности организмов, что является главным фактором обеспечения устойчивости [1].

Рассматривая вопросы устойчивости ландшафтов, необходимо располагать системой количественных оценок и характеристик изучаемых процессов [3]. В этой связи заслуживает внимания возможность оценивать степень экологической устойчивости ландшафта с помощью коэффициента экологической стабильности [2], интегрирующего качественные и количественные характеристики абиотических и биотических элементов ландшафта.

Коэффициент экологической стабильности ландшафта основан на определении и сопоставлении площадей, занятых различными элементами ландшафта с учетом их положительного или отрицательного влияния на окружающую среду. Коэффициент экологической стабильности ландшафта показывает степень устойчивости, соотношение в агроландшафте сельскохозяйственных или иных угодий, которые обладают стабилизирующим или дестабилизирующим влиянием. Оценка КЭСЛ производится по шкале (таблица 1) [2].

Коэффициент экологической стабильности ландшафта рассчитывается по формуле: КЭСЛ = Fстаб./Fдестаб.

В качестве объекта исследования была выбрана территория отделения № 2 ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН», которая расположена в северной части Белгородского района Белгородской области. Общая площадь землепользования составляет 4324 га. Земельный фонд предприятия выражается значительным уровнем освоенности (4044,3 га). Общая площадь земель сельскохозяйственного назначения составило 4044,3 га. Пашни занимают 3358,7 га, пастбища размещены на 650,1 га, сенокосы – 35,5 га. Остальную часть территории

занимают лесополосы, древесно-кустарниковая растительность, пруды и водоемы, территория Ериковского молочного комплекса и дороги.

Таблица 1 – Шкала оценки коэффициента экологической стабильности ландшафта

Коэффициент экологической стабильности ландшафта	Характеристика ландшафта
≤0,5	Нестабильность хорошо выражена
0,5-1,0	Состояние нестабильное
1,01-3,0	Состояние условно стабильное
3,01-4,5	Стабильность хорошо выражена
≥4,5	Ландшафт с ярко выраженной стабильностью

Таблица 2 – Экспликация земель хозяйства

№ п/п	Наименование угодья	Площадь, га
1	Пашня под однолетними культурами	2589,5
2	Пашня под многолетними культурами	769,2
3	Пастбище	650,1
4	Сенокосы	35,5
Итого сельскохозяйственных угодий		4044,3
4	Лесополосы	173,8
5	Древесно-кустарниковая растительность	54,1
6	Пруды и водоемы	2,6
7	Территория молочного комплекса	26,3
8	Дорожная сеть	22,9
Итого		4324

$F_{стаб.}$ = 650,1 + 35,5 + 173,8 + 54,1 + 2,6 + 769,2 = 1685,3 га;
$F_{дестаб.}$ = 2589,5 + 26,3 + 22,9 = 2638,7 га;
КЭСЛ = 1685,3/2638,7 = 0,63.

Таким образом, рассматриваемый ландшафт имеет нестабильное состояние, так как его коэффициент экологической стабильности равен 0,63. В связи с этим необходимо сформировать правильную и рациональную структуру посевных площадей на территории землепользования при которой возможны наиболее благоприятные условия развития для каждой культуры, что впоследствии создаст базу для получения высоких урожаев при минимальных затратах трудовых ресурсов, материальных средств и приведет к стабилизации агроландшафтов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кирюшин В. И. Экологические основы земледелия / В. И. Кирюшин. – М. : Колос, 1996.

2. Клементова Е. Н. Оценка экологической устойчивости сельскохозяйственного ландшафта / Е. Н. Клементова, В. Гейниге // Мелиорация и водное хозяйство. – 1995. – № 5. – С. 33–34.

3. Черников В. А. Агроэкология / В. А. Черников, А. И. Чекерес. – М. : Колос, 2000. – 537 с.

СЕКЦИЯ 13. ПУТИ И МЕТОДЫ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ АГРОЛАНДШАФТОВ

УДК 631.58/1; 631.582

ПРОБЛЕМЫ ГОРНЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ АЗЕРБАЙДЖАНА И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Керимов Ясин Габиб оглы, *доктор сельскохозяйственных наук, Азербайджанский НИИ Земледелия,* ***Азербайджанская Республика,*** *г. Баку, пос. Пиршаги, совхоз № 2, yasin-kerimov@mail.ru*

За последние десятилетия вследствие интенсивной, а в отдельных случаях и бессистемной антропогенной эксплуатации почвенных ресурсов горной и предгорной зон Азербайджана произошло заметное снижение уровня их эффективного плодородия. В агроландшафтах отмечается отрицательный баланс гумуса и питательных элементов, гумусовый горизонт утрачивает благоприятный структурно-агрегатный состав. В условиях суверенитета и независимости Азербайджанской Республики для развития сельского хозяйства, особенно в горных агроландшафтах, при разработке адаптивно-ландшафтного земледелия вышеуказанные негативные факторы обязательно должны учитываться.

Ключевые слова: агроландшафты, эрозия почв, агрессия, противоэрозионное земледелие

PROBLEMS OF MOUNTAIN AGROLANDSCAPES OF AZERBAIJAN AND WAYS OF THEIR SOLUTIONS

Kerimov Y. Q. o.

The efficiency of soil resources of highland and foothills zones of Azerbaijan has significantly decreased as a result of systemless and intensive anthropogenic exploitation. The negative balance of nutritional elements and humus is noticeable in such agro-landscape, the humus layer loses its favorable structure-aggregate composition. The negative balance of nutritional elements and humus is noticeable in such agrarian shrinks, and the humus layer loses its favorable structure-aggregate composition. However, as a result of the aggression of Armenia against Azerbaijan, there was great economic and material damage to the population, territory, economy and ecology of the Azerbaijani population, flora and fauna. Therefore, in the conditions of sovereignty and independence of the Republic of Azerbaijan, the above-mentioned factors must be taken into account in the adaptive-landscape cultivation for the development of agriculture in the mountainous agro-landscape of the republic.

Key words: agro-landscape, soil erosion, aggression, croping against the erosion.

Территория Азербайджанской Республики характеризуется сложным геолого-геоморфологическими и почвенно-растительными условиями. Здесь выделяется четыре крупные физико-географические области: Большой и Малый Кавказ, Кура-Араксинская низменность и Ленкоранская область. Общая площадь республики составляет 8,6 млн га, из которых на долю горных и предгорных районов приходится около 60 %. Земельный массив горных и предгорных агроландшафтов является одним из основных составляющих земельных ресурсов республики, и удельный вес сельскохозяйственных угодий, приходящихся на долю горной зоны, составляет 28 % от всех сельскохозяйственных угодий.

За последние десятилетия вследствие интенсивной, а в отдельных случаях и бессистемной антропогенной эксплуатации почвенных ресурсов горной и предгорной зон Азербайджана произошло заметное снижение их эффективного плодородия. В агроландшафтах отмечается отрицательный баланс гумуса и питательных элементов, гумусовый горизонт утрачивает благоприятный структурно-агрегатный состав.

В республике встречаются почти все почвенно-климатические зоны, где экологические и антропогенные факторы привели к развитию всех видов эрозии. При этом природные факторы вызывают поверхностный сток и смыв почвы, а антропогенные, как правило, являются основной причиной развития эрозии. Поэтому на территории республики получили распространение плоскостная, овражная и ирригационная эрозия. А в сильно расчлененных и эродированных бассейнах горных рек формируются разрушительные селевые потоки. Как показали почвенно-эрозионные исследования, эродированные земли занимают 3883 тыс. га, или

около 45 % от общей площади республики. В отдельных горных районах эрозионными процессами охвачено до 80–90 % площади. Из подверженных эрозии почв в республике в сильной степени эродированы 1234,8 тыс. га, в средней степени – 1141,6 тыс. га, слабо эродированы – 1506,6 тыс. га. А из общей площади сельскохозяйственных угодий (4205,0 тыс. га) подвержены эрозии в различной степени 1370,8 тыс. га, из них 18,7 % – в сильной, 29,7 % – в средней, 51,6 % – в слабой степени [2]. По ориентировочным подсчетам в Азербайджане ежегодно со склоновых земель смывается более 48 млн т почвы, содержащей около 1340 тыс. т азота, фосфора и калия. Потери от эрозии более чем в 1,5 раза превышают количество вносимых удобрений [1].

Помимо этого, в результате конфликта между Арменией и Азербайджаном, было выведено из хозяйственного использования 20 % земель Азербайджана и более миллиона человек стали беженцами и вынужденными переселенцами, был нанесен большой экономический и моральный ущерб населению, экологии, растительному и животному миру в зоне инцидента.

В зоне конфликта осталось 70 % летних пастбищ, 280 тыс. га лесов (25 % лесопокрытых площадей Азербайджана), 2 государственных заповедника и 4 государственных заказника, а также более 200 палеонтологических, фаунистических и геологических памятников природы. Всего выведены из севооборота и пришли в упадок более 1 млн га сельскохозяйственных угодий, в том числе 127700 га орошаемых земель и 34600 га виноградных и фруктовых садов.

Ограниченность земельных ресурсов в долинах и низкий удельный показатель обеспеченности посевными площадями на душу населения (0,16 га) в Азербайджане, а также прогрессирующее развитие эрозионных процессов в горных и предгорных агроландшафтах республики требуют разработки перспективных наукоемких агроприемов и технологий, способных обеспечить рациональное ведение системы горного земледелия, совершенствование ее основных элементов с учетом конкретных ландшафтных условий и их противоэрозионной направленности для повышения плодородия этих агроландшафтов.

Совершенно очевидно, что для повышения продуктивности сельскохозяйственного производства и сохранения плодородия почв на склоновых землях горных и предгорных районов Азербайджана большое значение имеет применение противоэрозионного земледелия, основная цель которого заключается в предохранении почв от разрушения, накоплении и сохранении влаги, сокращении стока и выноса питательных элементов, а в конечном итоге – в получении дополнительного урожая сельскохозяйственных культур. При этом в объязательном порядке должны учитываться уклоны поверхности и степень эродированности этих земель.

Для правильной противоэрозионной организации территории горных агорландшафтов Азербайджана необходимо использовать дифференцированно, с учетом рельефа, степени затронутости их эрозией, особенностей возделываемых сельскохозяйственных культур и т. д.

Так, на сравнительно пологих склонах или на склонах небольшой крутизны (до 6^0) с несмытыми почвами следует применять полевые севообороты с преобладанием пропашных культур, а под многолетние травы должно отводиться не более 20 % от всей площади. На склонах крутизной $6–12^0$ в севообороте должны преобладать зерновые культуры. Площадь пропашных культур должна быть уменьшена до 20–25 %, площадь многолетних трав увеличена до 30–40 %. На средне- и сильносмытых участках крутизной до $12–15^0$ необходимо вводить почвозащитные севообороты, не возделывать пропашные культуры, а площадь под многолетние травы необходимо увеличить до 40–60 %. На сильносмытых почвах, расположенных на склонах крутизной до $12–15^0$, необходимо исключить однолетние полевые культуры и проводить сплошное залужение или посадку многолетних насаждений. Посев многолетних трав является эффективным способом борьбы с эрозией этих почв. На склонах более $12–15^0$ не следует возделывать полевые сельскохозяйственные культуры. Такие склоны при близком залегании твердых материнских пород нужно использовать в качестве естественных сенокосов, а при наличии рыхлой подстилающей породы – под многолетние насаждения путем террасирования [3].

Хозяйства в горной зоне республики в пределах даже одной почвенно-климатической зоны находятся в различных условиях рельефа. Поэтому возможности развития отдельных отраслей сельского хозяйства в них очень различны. Структура посевных площадей должна быть научно обоснована, исходя из реальных почвенно-рельефных условий. Агротехниче-

ские противоэрозионные мероприятия должны способствовать более полному поглощению почвой выпадающих осадков, сокращению до минимума стока и смыва и тем самым созданию лучших условий для роста и развития растений [4].

Для условий богарных эрозионно-опасных агроландшафтов Большого Кавказа (в пределах Азербайджанской Республики) в результате многолетних исследований (1986–2006 гг.) нами разработаны и предложены в производство следующие противоэрозионные агротехнические мероприятия:

– в условиях необеспеченной богары на склоновых эродированных пахотных землях при вспашке после стерневого предшественника на 28–30 см в почвозащитном севообороте проводить посев озимой пшеницы узкорядным способом;

– на склонах, где происходит поверхностный смыв под влиянием талых вод и ливневых атмосферных осадков, целесообразно заменить чистые пары на занятые в севооборотах с оптимальной насыщенностью зерновыми;

– в севооборотах при возделывании озимой пшеницы азотные удобрения следует вносить дифференцированно в зависимости от предшественников в следующих дозах: а) после пара – 60 кг/га д. в.; б) после подсолнечника – 90 кг/га д. в.; в) после нута – 60 кг/га д. в.; г) по зерновым колосовым – 120 кг/га д. в.

– под ячмень азот вносить из расчета 90 кг/га, под нут – 60 кг/га и под посевы подсолнечника – 90 кг/га действующего вещества;

– фосфорное и калийное удобрения целесообразно вносить в тройной дозе (300 и 200 кг/га действующего вещества) один раз в три года;

– в условиях обеспеченной богары Шеки-Закатальской зоны Азербайджана на склоновых землях для предотвращения эрозии, сохранения и повышения плодородия эродированных почв, повышения урожайности пропашных культур необходимо:

а) осуществлять обработки почвы, посев и посадку поперек склона при его крутизне до 3º;

б) на склонах крутизной 3–8º применять мелкую плоскорезную обработку на глубину 10–12 см в сочетании с щелеванием на глубину 45–50 см;

– чередовать основную обработку – глубокую вспашку на 28–30 см – с дискованием на 8–10 см в севооборотах в условиях необеспеченной богары Нагорного Ширвана;

– учитывая, что в условиях необеспеченной богары Нагорного Ширвана севооборот с черным паром создает положительный баланс гумуса и азота, улучшает плодородие почвы, для получения высокого урожая сельскохозяйственных культур норму минеральных удобрений вносить в количестве 50 % в виде органического удобрения, а годовую норму фосфорных удобрений в количестве 40–50 кг/га вместо 70 кг/га д. в.

– при повторном посеве озимой пшеницы основную обработку почвы осуществлять плоскорезами на глубину 25–27 см;

– в условиях необеспеченной богары Нагорного Ширвана на несмытых землях с большой глубиной пахотного слоя основную обработку под озимую пшеницу после стерневого предшественника проводить в виде вспашки на глубину 28–30 см с одновременным боронованием и внесением под вспашку суперфосфата из расчета 60 кг д. в./га, а предпосевную – однократным дискованием на глубину 6-8 см в годы с влажной осенью и двукратным дискованием (соответственно 8–10 и 6–8 см) – в годы с засушливой осенью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алиев Г. А. Земельные ресурсы Азербайджана, их рациональное использование и охрана / Г. А. Алиев, Ш. Г. Гасанов, Р. А. Алиева. – Баку : Азернешр, 1981. – 221 с.

2. Ибрагимов А. А. Оценка земель по степени эрозиоопасности / А. А. Ибрагимов // Труды Азербайджанского НИИ Эрозии и Орошения. – Баку, 2000. – С. 37–48.

3. Керимов Я. Г. Основы противоэрозионного земледелия в горных условиях Азербайджанской Республики / Я. Г. Керимов // Доклады ТСХА. – М., 2006. – Вып. № 278. – С. 157–161.

4. Керимов Я. Г. Агроэкологические основы совершенствования системы почвозащитной обработки почвы в богарных эрозионноопасных агроландшафтах Большого Кавказа (в пределах Азербайджанской Республики) : Автореф. дис… д-ра с-х. наук / Я. Г. Керимов. – Владикавказ, 2014. – 44 с.

УДК 631.4:528.92.94

УВЕЛИЧЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ПАШНИ ПРИ СОХРАНЕНИИ УРОВНЯ АГРОГЕННОЙ НАГРУЗКИ МЕТОДАМИ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА БОЛЬШИХ ДАННЫХ

Рухович Дмитрий Иосифович, *кандидат биологических наук, ФГБНУ "Почвенный институт им. В. В. Докучаева",* ***Россия,*** *г. Москва, landmap@yandex.ru*

Королева Полина Владимировна, *ФГБНУ "Почвенный институт им. В. В. Докучаева",* ***Россия,*** *г. Москва, soilmap@yandex.ru*

Калинина Наталья Валерьевна, *ФГБНУ "Почвенный институт им. В. В. Докучаева",* ***Россия,*** *г. Москва, ka-nv@yandex.ru*

Анализ больших спутниковых данных позволяет дифференцировать почвенный покров по уровню естественного плодородия. На основе анализа строятся карты устойчивой внутриполевой неоднородности плодородия почв. Карты неоднородности пересчитываются в карты задания для дифференцированного внесения средств химизации. Перераспределение доз удобрений по зонам плодородия позволяет увеличить валовые сборы озимой пшеницы при сохранении существующей агротехники и затрат на сельскохозяйственное производство. Таким образом, наличие информации может повысить продуктивность агроландшафтов.

Ключевые слова: устойчивая внутриполевая неоднородность плодородия почв, большие данные дистанционного зондирования, точное земледелие

INCREASING THE ARABLE LAND PRODUCTIVITY WHILE MAINTAINING THE LEVEL OF AGROGENIC LOAD USING PRECISION FARMING METHODS BASED ON BIG DATA ANALYSIS

Rukhovich D. I., Koroleva P. V., Kalinina N. V.

Analysis of big satellite data allows to differentiate the soil cover by the level of natural fertility. Based on the analysis, maps of stable intra-field heterogeneity are created. Heterogeneity maps are recalculated into task maps for differentiated apply of chemicals. The redistribution of fertilizer doses by fertility zones allows to increase harvests of winter wheat while maintaining existing agricultural technology and agricultural production costs. Thus, big data can increase agro-landscape productivity.

Keywords: stable intra-field heterogeneity of soil fertility, big remote sensing data, precision farming.

Введение. Предкавказские черноземы являются наиболее плодородными почвами России. При интенсивном земледелии достигается урожайность озимой пшеницы в 8–10 т/га. Даже при низких уровнях химизации урожайность может составлять 4–5 т/га. Таким образом, потенциал традиционных систем земледелия ясен. Дальнейший рост традиционной химизации и агротехнической нагрузки не сулит резких прорывов в эффективности эксплуатации пахотных угодий на предкавказских черноземах.

Если считать, что продуктивность 10–12 т/га близка к пределу потенциала современных сортов озимой пшеницы, то правомочен вопрос о сохранении достигнутой урожайности при повышении эффективности применения средств химизации. Одним из современных способов повышения эффективности применения минеральных удобрений являются методы точного земледелия, которые подразумевают дифференцированное внесение удобрений. В свою очередь, точное земледелие может основываться на разных механизмах дифференцирования.

Цели данной работы: показать возможность применения методов анализа больших данных для целей точного земледелия, исследовать возможности повышения эффективности применения средств химизации на основе точного земледелия.

Объекты и методы исследования. Работа проведена на полях КубНИИТиМ.

Использованы следующие методы:

1. Технология ретроспективного мониторинга почвенно-земельного покрова [2, 4] – используется для определения граничных условий применения методов больших данных.

2. Нормализация данных дистанционного зондирования на основе методов спектральной окрестности линии почв [1].

3. Фильтрация данных дистанционного зондирования из открытых источников за 35 лет [5].

4. Расчет карт устойчивой внутриполевой неоднородности плодородия почв [3].

5. Составление карт заданий для точного земледелия [3].

Результаты и обсуждение. В 2017 г. на основе анализа больших спутниковых данных на территорию пахотных земель института КубНИИТиМ рассчитана карта внутриполевой неоднородности плодородия – ASF-index. Карта представляет собой 9 зон плодородия. При агрегации 9 зон в 3 зоны, примерно равные по площади, можно получить карту участков повышенного, нормального и пониженного плодородия. Поскольку ASF-index является в какой-то мере картой среднемноголетнего состояния растительности за 35 лет, то можно предположить, что зоны плодородия имеют устойчивый эффект.

В 2018 г. заложен эксперимент по применению различных доз азотных подкормок в разных зонах плодородия. В хозяйстве под озимую пшеницу вносится 200–250 кг/га аммиачной селитры при весенних подкормках. Для статистической значимости эксперимента одно из полей площадью в 75 га было разделено на прямоугольные фрагменты 70 × 90 м. В них вносились различные дозы аммиачной селитры: 50, 150, 250 и 350 кг/га. Таким образом, при площади одной зоны плодородия в 25 га в ней применялись, все возможные варианты внесения.

Перед уборкой урожая комбайнами, проведены тестовые укосы в квадратах 1 × 1 м и замеры урожайности по различным зонам плодородия и различным дозам удобрений. Замеры урожайности показали, что при низких дозах азотных подкормок (50 кг/га) продуктивность озимой пшеницы мало отличалась от зоны к зоне и составила 4.7, 4.95 и 5.1 т/га. Таким образом, подтверждается высокая естественная плодородность предкавказских черноземов.

При увеличении доз аммиачной селитры отмечается рост урожайности озимой пшеницы. Рост происходит практически линейно, но по-разному в разных зонах плодородия. В зоне пониженного плодородия, при увеличении доз весенних подкормок с 50 до 350 кг/га, рост урожайности составил с 4.7 до 5.7 т/га. В зоне же повышенного плодородия рост составил с 5.1 до 8.9 т/га. Как и предполагалось, в зоне нормального плодородия наблюдается средний рост урожайности с 4.95 до 7.7 т/га.

Эффективность применения удобрений различалась в разных зонах плодородия. Этот эффект можно использовать для составления карт заданий точного земледелия. Цель перераспределения до внесениявнесения удобрений – добиться более высокого валового сбора озимой пшеницы при сохранении уровня химизации. При средней дозе удобрений в 200 кг/га их можно перераспределить следующим образом. В зоне пониженного плодородия вносить 50 кг/га аммиачной селитры, в зоне среднего плодородия 200 кг/га, а в зоне повышенного плодородия 350 кг/га. При таком распределении средняя урожайность увеличится на 0.5 т/га без изменений нагрузки на почвенный покров и изменения затрат на сельскохозяйственное производство.

Заключение. Точное земледелие на основе анализа больших спутниковых данных позволяет более эффективно использовать почвенные ресурсы Кубани. Практически можно получать порядка 0.5–1 т/га, только перераспределяя весенние подкормки азотными удобрениями. Точное земледелие позволяет добиться более высокой эффективности хозяйствования при сохранении затрат на сельскохозяйственное производство.

ЛИТЕРАТУРА

1. Куляница А. Л. Применение кусочно-линейной аппроксимации спектральной окрестности линии почв для анализа качества нормализации материалов дистанционного зондирования / А. Л. Куляница, А. Д. Рухович, Д. Д. Рухович, П. В. Королева, Д. И. Рухович, М. С. Симакова // Почвоведение. – 2017. – № 4. – С. 401–410.

2. Рухович Д. И. Об особенностях мониторинга почвенно-земельного покрова как информационной основы эффективного землепользования / Д. И. Рухович, Д. А. Шаповалов // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2015. – № 12 (131). – С. 31–49.

3. Федоренко В. Ф. Оценка внутриполевой неоднородности почвенного покрова для технологий координатного земледелия / В. Ф. Федоренко, Д. И. Рухович, П. В. Королева, Е. В. Вильчевская, Н. В. Калинина, А. В. Трубников, Н. П. Мишуров // Техника и оборудование для села. – 2017. – №9 (243). – С. 2–6.

4. Bryzzhev A. V. Organization of retrospective monitoring of the soil cover of Rostov oblast / A. V. Bryzzhev, D. I. Rukhovich, P. V. Koroleva, N. V.Kalinina, E. V. Vilchevskaya, E. A. Dolinina, S. V. Rukhovich // Eurasian Soil Science. – 2015. – V. 48. – № 10. – P. 1029–1049.

5. Khitrov N. B. A study of the responsiveness of crops to fertilizers by zones of stable intra-field heterogeneity based on big satellite data analysis / N. B. Khitrov, D. I. Rukhovich, P. V. Koroleva, N. V. Kalinina, A. V. Trubnikov, D. A. Petukhov, A. L. Kulyanitsa // Archives of Agronomy and Soil Science. Published online: Dec 2019. DOI: 10.1080/03650340.2019.1703957

УДК 631.452:631.482.1

ОПТИМИЗАЦИЯ СВОЙСТВ АГРО-АЛЛЮВИАЛЬНОЙ ПОЧВЫ

Самофалова Ираида Алексеевна, *кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО «Пермский аграрно-технологический университет имени академика Д. Н. Прянишникова»,* ***Россия****, г. Пермь, samofalovairaida@mail.ru*

Определена пространственная неоднородность свойств агро-аллювиальной почвы. Выявлены структурные взаимосвязи между свойствами почв и урожайностью, абсолютной высотой местности. Установлены специфичные состояния автоморфных и полугидроморфных почв по физико-химическим свойствам.

Ключевые слова: свойства почвы, взаимосвязь, устойчивость, плодородие, урожайность, яровая пшеница

OPTIMIZATION OF PROPERTIES OF AGRO-ALLUVIAL SOIL

Samofalova I. A.

The spatial heterogeneity of the properties of agro-alluvial soil is determined. The structural relationships between soil properties and productivity, the absolute height of the area are revealed. Specific states of automorphic and semihydromorphic soils according to physicochemical properties are established.

Keywords: soil properties, interconnection, sustainability, fertility, productivity, spring wheat

Для сельского хозяйства большой практический интерес представляет определение оптимального сочетания свойств, процессов и режимов почв для выращивания конкретных культур. При оценке плодородия почв в основном учитываются только свойства, хотя некоторые авторы считают, что необходимо учитывать и внутренние взаимосвязи свойств почвы [1, 2, 4, 7, 10, 12]. От взаимосвязей зависят ответные реакции почвы на внешние воздействия (внесение удобрений и мелиорантов, изменение погодных условий и т. п.) [3, 8, 9, 13]. Структурные взаимосвязи между свойствами, процессами и режимами почв являются важным параметром ее плодородия [1, 3, 7, 9]. Количественные исследования вариабельности свойств почв в настоящее время все больше проводят с помощью геостатистических методов [4, 11, 14].

Цель исследования – определить влияние свойств агро-аллювиальной почвы на урожайность зеленой массы яровой пшеницы. Исследования проводили в Чусовском муниципальном районе в восточной части Пермского края в ООО «Ключи».

Климат умеренно континентальный, переувлажненный. Сумма средних суточных температур воздуха за вегетационный период с температурами выше 10 °С колеблется в пределах 1500–1700 °С, продолжительность периода равна 110 дн. Территория относится к денудационному району Среднего Предуралья с умеренной вертикальной расчлененностью (100 –200 м), рельеф равнинный, волнисто-вогнутый, со слабо врезанными речными долинами [6]. Чусовской район относится к южно-таежным пихтово-еловым лесам с преобладанием осиновых и березовых лесов на месте южно-таежных темнохвойных таежных лесов; входит в Асово-Кишертско-Лысьвенский район дерново-подзолистых почв разного гранулометрического состава с пятнами дерново-карбонатных почв.

Информационно-логический анализ связи между высотой рельефа и свойствами аллювиальной почвы (содержание гумуса, обменная кислотность, гидролитическая кислотность,

сумма обменных оснований, ЕКО, степень насыщенности основаниями) был проведен с использованием специализированной программы «Ali» (автор программы – Д. И. Иваничкин, по методике Л. И. Бурлаковой). Картографический материал выполнен в программе QGIS 3.4; в качестве подложки картограмм использовано покрытие ESRI World Imagery.

В результате рекогносцировочного обследования территории хозяйства (6660 га) было выбрано поле в д. Мульково. Поле находится в междуречье рек Чусовая и Лысьва и характеризуется хорошо выраженным микрорельефом (рисунок 1). Поле имеет вытянутую форму вдоль поймы и долины реки Лысьва. В северо-восточной части поля преобладает высота 120 м, а в юго-западной части – 117 м. Общая площадь поля составляет 37 га, из которых 24,88 га приходится на пониженные элементы рельефа (микрозападины) и 12,12 га на повышенные элементы в пределах центральной и русловой части поймы реки Лысьва. Таким образом, для поля характерны автоморфные и полугидроморфные условия.

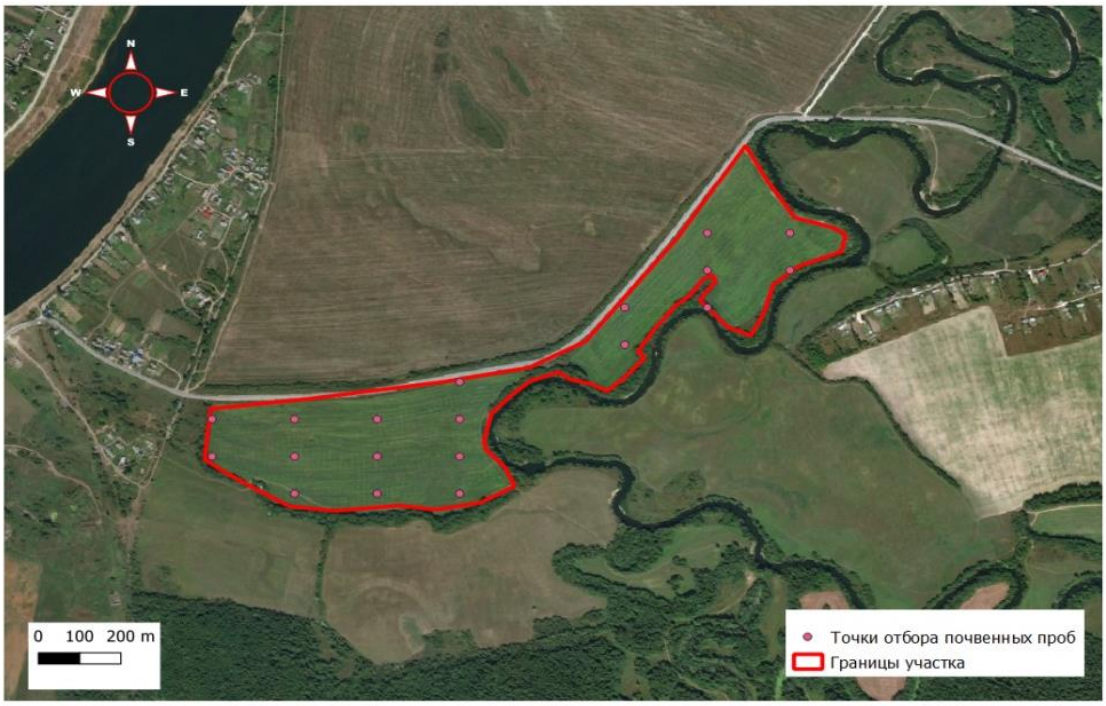


Рисунок 1 – Спутниковый снимок поля ООО «Ключи» Чусовского района Пермского края с нанесенными границами и точками отбора почвенных проб

Пространственную неоднородность свойств почв изучали методом регулярной сетки. На площади поля выделены 19 элементарных участков площадью по 2 га. В месте пересечения линий отбирали почвенные образцы из слоя 0–20 см. Абсолютная высота местности в точках колеблется от 117 до 120 м. На поле произрастала яровая пшеница в фазе выход в трубку–колошение.

Диагностика морфологических и аналитических свойств агро-аллювиальной почвы характеризует ее как среднеокультуренную малогумусную и пригодную для выращивания основных полевых культур.

С помощью статистических показателей выявлены свойства почв, значения которых максимально варьируют в пределах исследуемого поля (таблица 1): гидролитическая кислотность (коэффициент вариации 86 %), содержание подвижных форм фосфора (коэффициент вариации 80,7 %), содержание гумуса (коэффициент вариации 31 %), реакция среды. Значения показателей кислотно-основных свойств почвы варьируют незначительно и характеризуются однородным распределением. С помощью интерполяции построены картограммы распределения значений изучаемых показателей.

Таблица 1 – Статистическая показатели свойств аллювиальной луговой почвы

Статистический параметр	Гумус	pH_{KCl}	S	Нг	ЕКО	V	P_2O_5
Единицы измерения	%	ед.	мг-экв/100 г			%	мг/кг
Среднее значение	3,8	5,8	35,2	3,3	38,5	91,1	127,8
Доверительный интервал +95%	3,2	5,5	32,5	1,9	36,6	87,1	78,1
Доверительный интервал -95%	4,3	6,1	37,9	4,6	40,3	95,1	177,6
Медиана	3,5	6,1	35,6	1,9	38,4	94,9	108,8
Минимум	2,5	4,2	22,4	1,4	32,2	69,6	24,7
Максимум	6,5	6,4	43,4	10,2	45,5	96,2	375,0
Дисперсия	1,4	0,5	31,6	7,9	14,6	68,4	10645,9
Стандартная ошибка среднего	1,8	0,71	5,6	2,8	3,8	8,3	103,2
Коэффициент вариации	31,0	12,3	3,7	86,0	9,9	9,0	80,7

Рассчитана урожайность зеленой массы яровой пшеницы и установлено ее варьирование в широком диапазоне от 28,4 до 100 ц/га (рисунок 2).

Рисунок 2 – Картограмма пространственного распределения урожайности зеленой массы яровой пшеницы в ООО «Ключи»

Рисунок 3 – Картограмма пространственного распределения интегральной устойчивости аллювиальной почвы к сельскохозяйственному использованию в ООО «Ключи»

По результатам корреляционного анализа определены структурные взаимосвязи свойств в почве, как прямые, так и обратные (таблица 2). Так, урожайность пшеницы имеет обратную связь с гидролитической кислотностью. От абсолютной высоты местности на поле проявляется большая вариабельность по содержанию подвижного фосфора, pH_{KCl}, сумме обменных оснований. Обменная кислотность оказывает существенное влияние практически на все свойства почв. Проявилась связь между содержанием гумуса и емкостью катионного обмена, подвижным фосфором.

Таблица 2 – Корреляционная таблица структурных взаимосвязей

Наименование показателя	Устой-чивость	Уро-жай-ность	Высота	pH_{KCl}	Гумус	P_2O_5,	Нг	S	ЕКО
Урожайность	0,351	1							
Высота	**-0,459**	-0,297	1						
pH_{KCl}	**0,922**	0,430	**-0,488**	1					
Гумус	0,305	0,097	-0,358	0,275	1				
P_2O_5	0,436	0,196	**-0,585**	**0,480**	**0,491**	1			
Нг	**-0,923**	**-0,471**	0,435	**-0,951**	-0,118	-0,403	1		
S	0,808	0,341	**-0,474**	**0,879**	**0,607**	**0,522**	**-0,788**	1	
ЕКО	0,509	0,155	-0,377	**0,594**	**0,805**	**0,472**	-0,424	0,892	1
V	0,921	0,452	-0,411	**0,963**	0,166	0,418	**-0,992**	**0,839**	**0,505**
-0,488 – жирным шрифтом выделены ячейки, в которых связь существенна и наиболее достоверна									

Информационно-логический анализ демонстрирует, в какой степени свойства почвы зависят от микрорельефа (таблица 3).

Таблица 3 – Оценка степени связи между высотой местности и свойствами почвы

Явления	Н(А)	Н(В)	Т	К	Д (доля участия фактора), %
				К = Т/ Н(В)	Д = Т/ Н(А)*100
P_2O, мг/кг	0,1592	0,9829	0,3212	0,3268	79
pH_{KCl}	1,4029	0,9829	0,2442	0,2483	17
Гумус, %	1,2674	0,9829	0,1734	0,1763	14
Нг, мг-экв/100 г	1,4673	0,6982	0,1562	0,1588	11

Установлены специфичные состояния автоморфных и полугидроморфных почв по физико-химическим свойствам (таблица 4).

Таблица 4 – Специфичные состояния физико-химических свойств почв в зависимости от условий формирования

Показатели	Автоморфные	Полугидроморфные
P_2O, мг/кг	<100	100–200
Гумус, %	2–4	6–10
Нг, мг-экв/100 г почвы	> 3	< 3
pH_{KCl}, ед.	< 6,0	> 6,1

Определены взаимосвязи между свойствами почвы и урожайностью зеленой массы пшеницы (таблица 5). В большей степени урожайность зависит от варьирования показателей, которые образуют ряд (по уменьшению): содержание гумуса (24 %) > pH_{KCl} > P_2O_5 > гидролитическая кислотность.

Таблица 5 – Оценка степени связи между свойствами почвы и урожайностью

Явления	Н(А)	Н(В)	Т	К	Д (доля участия фактора), %
				К = Т/ Н(В)	Д = Т/ Н(А)*100
Гумус, %	1,5088	1,1898	0,3593	0,3010	24
pH_{KCl}	1,5292	1,4029	0,3168	0,2257	21
P2O5, мг/кг	1,4029	1,5392	0,2973	0,1943	21
Нг, мг-экв/100 г	1,5088	1,4673	0,1559	0,1061	10
S, мг-экв/100 г	1,4029	0,7424	0,136	0,1832	10
V, %	1,5088	0,7741	0,14	0,1809	9
ЕКО, мг-экв/100 г	1,5088	0,4856	0,0761	0,1566	5
Влияние факторов, %	х	х	х	х	79

Северо-западная часть поля характеризуется относительной устойчивостью (30,2 га), в юго-восточной части поля есть участок, для которого характерна малая устойчивость (рисунок 3) ие отмечаются более низкие показатели плодородия и урожайности (6,8 га). Таким образом, аллювиальная почва, даже в пределах небольшого поля (37 га), имеет участки с различной степенью устойчивости.

Изучение пространственной неоднородности свойств аллювиальной луговой малогумусной тяжелосуглинистой почвы в ООО «Ключи» показала, что северо-восточная часть поля является неоднородной по всем показателям. Таким образом, необходимо провести оптимизацию свойств агро-аллювиальной почвы для выравнивания плодородия. С этой целью рекомендуем сельхозпроизводителю либо вывести данный участок поля (5 га) из активного сельскохозяйственного оборота сроком на 15–20 лет и использовать под многолетние травы, например козлятник восточный, для сохранения плодородия и повышения устойчивости почвы; либо проводить «точечно» мелиоративные мероприятия для гомогенизации свойств, вносить известь, органические и минеральные удобрения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Духанин Ю. А. Информационная оценка плодородия почв / Ю. А. Духанин, В. И. Савич, Б. Н. Батанов, К. В. Савич. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2006. – 476 с.

2. Каргин И. Ф. Влияние сельскохозяйственных культур на водно-физические свойства аллювиальных почв / И. Ф. Каргин, А. А. Зубарев, Н. И. Иванова // Вестник Ульяновской сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 3(19). – С. 20–25.

3. Мудрых Н. М. Моделирование пространственной изменчивости агрохимических показателей почв в агроландшафтах Нечерноземья / Н. М. Мудрых, И. А. Самофалова // Агрохимический вестник. – 2019. – № 5. – DOI 10.24411/0235-2516-2019-10069.

4. Небытов В. Г. Пространственное варьирование агрохимических свойств и урожая зерновых культур в условиях неоднородности почвенного покрова стационарных полевых опытов / В. Г. Небытов // Аграрная Россия. – 2016. – № 10. – С. 13–19.

5. Осипов А. Г. Методика интегральной оценки состояния и устойчивости почв при мониторинге земель природно-аграрных систем / А. Г. Осипов, В. В. Гарманов // Известия СПбГАУ. – 2016. – № 43. – С. 293–299.

6. Официальный сайт администрации Чусовского муниципального района Пермского края:[сайт]. URL: http://www.chusrayon.ru/ (дата обращения 10.10.2019).

7. Попов В. П. Влияние внутрипольной неоднородности содержания питательных веществ в почве на урожайность озимых зерновых культур / В. П. Попов // ВИУА. – 2002. – № 116. – 62 с.

8. Самофалова И. А. Влияние минеральных удобрений на показатели устойчивости микробоценоза в почвах, загрязненных свинцом / И. А. Самофалова, Н. М. Мудрых, В. И. Каменщикова, О. С. Лысова // Вестник Оренбургского гос. унив-та, 2011. – № 12. – С. 346-348.

9. Самофалова И. А. Агроэкологическая оценка органического вещества в дерново-подзолистых почвах Пермского края / И. А. Самофалова, Н. М. Мудрых. – Пермь : Изд-во ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, 2015 – 164 с.

10. Самофалова И. А. Интегральная оценка устойчивости агроэкосистем в пределах эрозионно-аккумулятивной катены / И. А. Самофалова // Антропогенная трансформация природной среды : материалы междунар. школы-семинара молодых ученых памяти Н. Ф. Реймерса и Ф. Р. Штильмарка. – Пермь, 2018. – С. 149–158.

11. Самофалова И. А. Геостатистический анализ агрохимических свойств почв / И. А. Самофалова, А. Н. Чащин // Плодородие почв и оценка продуктивности земледелия : Материалы науч.-производ. конф. с межд. участием. – Тюмень, 2018. – С. 133–142.

12. Самофалова И. А. Влияние способов основной обработки на структурно-агрегатный состав дерново-подзолистой почвы в нечерноземной зоне / И. А. Самофалова // Земледелие. – 2019. – № 1. – С. 24–28.

13. Самсонова В. П. Пространственная изменчивость почвенных свойств (на примере дерново-подзолистых почв). / В П. Самсонова. – М. : Изд-во ЛКИ, 2008. – 158 с.

14. Сахабиев И. А. Исследование пространственной изменчивости свойств почв с использованием геостатистического подхода / И. А. Сахабиев, С. С. Рязанов. // Российский журнал прикладной экологии. – 2015. – № 2 (2). – С. 32–37.

УДК 631.58

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ И ПРОДУКТИВНОСТИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БИОГУМУСА В УСЛОВИЯХ СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ПАВЛОДАРСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Мустафаев Болатжан Абдыканович, *кандидат сельскохозяйственных наук, профессор, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова,* ***Республика Казахстан,*** *г. Павлодар*

Мустафаева Назымгуль Болатжановна, *доктор философии (PhD), Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова,* ***Республика Казахстан,*** *г. Павлодар*

Какежанова Зибагуль Ермуратовна, *Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова,* ***Республика Казахстан,*** *г. Павлодар*

В данной статье приведены данные результатов внесения в почву биогумуса в различных дозах и их влияние на плотность почвы, запасы продуктивной влаги, содержание нитратного азота и подвижного фосфора, на продуктивность изучаемых культур

Ключевые слова: плотность почвы, урожайность, биогумус, яровая пшеница, горох, гречиха.

FEATURES OF CHANGES IN AGROCHEMICAL PROPERTIES OF SOIL AND PRODUCTIVITY OF GRAIN CROPS WHEN USING BIOHUMUS IN THE DRY-STEPPE ZONE OF THE PAVLODAR REGION OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

Mustafayev B. A., Mustafayeva N. B., Kakezhanova Z. E.

This article presents data on the results of applying biohumus to the soil in different doses and their impact on the density of the soil, on the reserves of product moisture, on the content of nitrate nitrogen and mobile phosphorus, and on the productivity of the studied crops

Keywords: soil density, crops capacity, vermicompost, spring wheat, peas, buckwheat.

Эффективность земледелия и сельскохозяйственного производства тесно связано с сохранением и воспроизводством плодородия пахотных земель. Современное состояние плодородия почв и направленность процессов его изменения вызывает необходимость проведения комплекса мероприятий, устраняющих потребительское использование пахотных земель, так как это может привести к их беспредельному истощению и в конечном итоге скажется на урожае сельскохозяйственных культур и эффективности сельскохозяйственного производства.

В связи с этим необходим переход сельхозпроизводителей на органическое земледелие с использованием биогумус, полученного с помощью дождевых червей. За счет своих биологических и физико-химических свойств биогумус способен восстаналивать естественное плодородие почв, оказывая положительное действие на агрофизические и агрохимические свойства почвы и связывая существенный рост урожайности сельскохозяйственных культур.

Условия и методика проведения исследований. Опыты проводилась на опытном поле ТОО «Павлодарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства» в 10-польном плодосменном севообороте. Предшественник – кулисный пар.

Изучалось влияние доз биогумуса и минеральных удобрений на урожайность полевых культур (пшеница, горох, гречиха).

Схема опыта отражена в таблицах Варианты:

1. Контроль
2. $N_{40}P_{20}$
3. Биогумус 1,5 т/га
4. Биогумус 3 т/га
5. Биогумус 5 т/га

6. Биогумус 7 т/га
7. Биогумус 9 т/га

Опыт закладывался в трехкратной повторности методом расщепленных делянок. Площадь делянок 240 м^2, учетной 80 м^2.

Все агротехнические мероприятия по выращиванию полевых культур (обработка почвы, внесение удобрений и биогумуса, посев, уход за посевами, уборка) проводились согласно принятой технологической системе.

Результаты исследований.

Влияние биогумуса на объемную массу почвы. Плотность почвы во многом определяет продуктивность растений. Повышение плотности почвы в пахотном слое выше оптимальной на 0,1 г/см^3 влечет снижение урожайности зерновых до 2,0 ц/га и более [1]. Дело в том, что при увеличении плотности с 0,9 до 1,3 г/см^3 скорость фильтрации воды падает с 5,7 до 0,2 мм/мин, то есть уменьшается примерно в 28 раз [9]. При оптимальной плотности почвы потери влаги из почвенного запаса уменьшается на 21–25 % [2].

Как свидетельствуют результаты наших исследований, биогумус, обладая свойством «склеивать» тончайшие минеральные частицы, может формировать из них более крупные агрегаты и тем самым структурировать почвы, может решить в определенной степени проблемы разуплотнения и переуплотнения почвы (таблица 1).

Таблица 1 – Динамика объемной массы в 0-20 см слоя почвы в зависимости от доз внесения биогумуса, г/см^3, в среднем за 2017г.

Вариант опыта	Культура		
	Пшеница	Гречиха	Горох
Контроль	1,31	1,27	1,33
$N_{40}P_{20}$ в рядки	1,31	1,27	1,29
Биогумус 1,5 т/га	1,30	1,26	1,29
Биогумус 3,0 т/га	1,29	1,25	1,27
Биогумус 5,0 т/га	1,27	1,24	1,26
Биогумус 7,0 т/га	1,26	1,23	1,23
Биогумус 9,0 т/га	1,26	1,23	1,24

Таким образом, результаты шестилетних исследований позволяют резюмировать, что внесение биогумуса перед посевом изучаемых культур значительно улучшает плотность пахотного слоя почвы, приближая ее параметры к установленным оптимальным значениям на посевах пшеницы – 1,26–1,30, гороха – 1,23–1,29 и гречихи – 1,23–1,26 г/см^3, т. е. внесением определенной нормы биогумуса в зависимости от почвенных условий можно успешно решить проблемы переуплотнения пахотного слоя почвы.

Влияние биогумуса на запасы продуктивной влаги в почве. Основным фактором, лимитирующим получения стабильных высоких урожаев зерновых, зернобобовых и крупяных культур в регионе, является влага. Наиболее высокие урожаи были получены в том случае, когда к моменту посева в почве были достаточные запасы влаги. В условиях Западной Сибири и Северного Казахстана установлено, что в период всходов и кущения в пахотном слое почвы содержание продуктивной влаги менее 10 мм – низкое, менее 20 мм – удовлетворительное, 20–40 мм – оптимальное, в метровом слое, 100–150 мм – оптимальное на южных карбонатных черноземах и 80–90 мм на каштановых легких по мехсоставу почвах. Снижение запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы ниже указанных показателей является первым признаком ухудшения условий формирования урожайности зерновых, зернобобовых и крупяных культур.

Результаты наших исследований показывают, что внесение биогумуса в почву, оптимизируя ее физические свойства (плотность, скважность, структурную прочность), в значительной мере определяет водные свойства, особенно количество доступной для растения формы влаги (таблица 2).

Таблица 2 – Запасы продуктивной влаги в зависимости от внесения биогумуса, мм

Вариант опыта	Слой почвы	
	0–20	0–100
Пшеница (кущение – трубкование)		
Контроль	12,9	61,3
$N_{40}P_{20}$ в рядки	13,4	61,9
Биогумус 1,5 т/га	17,5	67,6
Биогумус 3,0 т/га	18,7	70,7
Биогумус 5,0 т/га	19,2	72,2
Биогумус 7,0 т/га	19,5	71,3
Биогумус 9,0 т/га	20,0	72,4
Гречиха (начало бутонизации)		
Контроль	11,5	56,9
$N_{40}P_{20}$ в рядки	11,6	57,1
Биогумус 1,5 т/га	15,4	66,2
Биогумус 3,0 т/га	15,8	67,0
Биогумус 5,0 т/га	16,0	66,3
Биогумус 7,0 т/га	15,6	66,3
Биогумус 9,0 т/га	16,2	66,9
Горох (начало бутонизации)		
Контроль	15,5	74.6
$N_{40}P_{20}$ в рядки	15,7	75,4
Биогумус 1,5 т/га	18,5	82,8
Биогумус 3,0 т/га	21,2	88,1
Биогумус 5,0 т/га	21,3	91,3
Биогумус 7,0 т/га	24,6	90,7
Биогумус 9,0 т/га	25,9	91,2

В среднем за шесть лет запасы продуктивной влаги в пахотном слое почвы на посевах пшеницы в вариантах с внесением биогумуса были больше от 4,6 до 7,1 мм, на посевах гороха – от 3 до 10,4 мм и на посевах гречихи – от 3,9 до 4,7 мм.

Необходимо отметить, что по мере увеличения нормы внесения биогумуса соответственно повышаются и запасы продуктивной влаги в пахотном слое почвы за счет водоудерживающей (влагоемкости) способности биогумуса. Однако эта способность пахотного слоя (удерживать определенное количество продуктивной влаги) в значительной степени определяется исходным общим запасом влаги в корнеобитаемом слое почвы. Об этом свидетельствуют данные по запасам продуктивной влаги на посевах гороха, где исходные запасы влаги в метровом слое почвы за счет раннего посева (10 мая) ежегодно были на 14–21 мм больше, чем на посевах пшеницы (25 мая) и гречихи (30 мая – 2 июня). В этой связи на посевах гороха продуктивной влаги в слое почвы 0–20 см удерживалась в среднем 1,3 мм на тонну внесенного биогумуса, когда это соотношение составляло на посевах пшеницы 1,1 мм и на гречихе 0,8 мм на тонну внесенного биогумуса.

Таким образом, внесение биогумуса оказалось одним их эффективных методов создания и сохранения запасов продуктивной влаги, что является одновременно средством повышения биологической и агрохимической способности почвы.

Влияние биогумуса на содержание гумуса в почве. В настоящее время проблема гумуса приобретает наибольшую практическую значимость, поскольку в глобальном масштабе происходит его потери (до 1 т/га в год и более), происходят качественные и структурно-функциональные изменения, снижающие плодородие, деградацию почв и влияющие на эмиссию углекислоты в проявлении парникового эффекта. Для поддержания устойчивости биосферы гумусовый баланс почв в годовом цикле должен быть либо положительным, либо нулевым. Дефицитный годовой баланс гумуса крайне опасен экологически [3]. Ежегодно с урожаем сельскохозяйственных культур выносится немалое количество различных веществ. Так, для каждой тонны зерна яровой пшеницы расходуется 38–40 кг азота, 20–22 калия, 12–13 фосфора и 13 кг других элементов питания, для образования которых минерализуются

800–900 кг гумуса [1]. Количественной оценке изменений гумуса в почвах Казахстана и Сибири при их сельскохозяйственном использовании посвящено много исследований [4, 5, 6, 7], размеры потерь гумуса по результатам этих работ за период 8–40 лет составили от 1,7 до 20 % и более.

Внесение минеральных удобрений влияет положительно на рост, развитие и продуктивность растений и негативно как на почву, так и на окружающую среду, загрязняя их. При этом происходит медленная, но постоянная дегумификация почв, то есть уменьшается содержание гумуса в почве [8].

Результаты наших исследований показывают (таблица 3), что каждая тонна внесенного биогумуса увеличивает содержание гумуса в почве в среднем на 0,07 %. Изменения происходят и в абсолютных значениях. В среднем за шесть лет установлено, что каждая тонна биогумуса, внесенного в каштановую почву легкосуглинистого мехсостава, образует 1600 кг гумуса. По литературным данным это эквивалентно внесению 16–19 т/га подстилочного навоза или 6–8 т/га соломы [9]

Таблица 3 – Содержание гумуса в 0–20 см слое почвы, %, т/га (в среднем по всем изучаемым культурам)

Вариант опыта	В фазу всходов	В период уборки
Контроль	1,21/32,4	1,19/31,5
$N_{40}P_{20}$ в рядки	1,21/32,3	1,19/31,5
Биогумус 1,5 т/га	1,31/34,7	1,30/34,6
Биогумус 3,0 т/га	1,41/37,4	1,41/37,5
Биогумус 5,0 т/га	1,56/41,4	1,56/41,4
Биогумус 7,0 т/га	1,63/43,3	1,63/43,3
Биогумус 9,0 т/га	1,76/46,9	1,76/46,8

По результатам шестилетних исследований, опираясь на литературные источники [8, 10], можно сказать, что в зоне каштановых почв Павлодарской области применение биогумуса позволит приостановить процесс дегумификации почвы и значительно улучшить условия гумусного состояния, создавая в годовом цикле положительный баланс гумуса.

Содержание нитратного азота и подвижного фосфора в зависимости от применения различных доз биогумуса. Все питательные вещества в биогумусе находятся в сбалансированном сочетании в виде биодоступных для растений соединений. По сравнению с другими органическими удобрениями в нем гораздо больше подвижных элементов питания, например, калия в 9 раз, азота и фосфора в 7 раз, кальция и магния в 2 раза. Полезные вещества, которые содержатся в них, при внесении в почву не теряются, не переходят в другие недоступные формы, медленно растворяются в почвенной влаге и длительное время обеспечивает корневую систему растений сбалансированным и полноценным питанием [11].

Установлено, что количество азота в почве – один из главных показателей ее плодородия. В условиях Павлодарского Прииртышья ведущее место в азотном питании растений принадлежит нитратному азоту. По градации А. Е Кочергина и Г. Н. Гамзикова, при содержании в слое почвы 0–40 см нитратного азота 0–5 мг/кг обеспеченность почвы азотом очень низкая, при 5–10 – низкая, 10–15 – средняя и при более 15 мг/кг – высокая.

Результаты наших исследований показали (таблица 4), что содержание нитратного азота существенно зависело от применяемых норм биогумуса. В среднем по данным результатов трехлетних исследований при внесении 1,5 т/га биогумуса увеличение содержания нитратного азота составило 3,10 мг/кг почвы по сравнению с контрольным вариантом. От внесения 3 т/га биогумуса содержание азота нитратов увеличилось на 4,58 мг/кг почвы по сравнению с контрольным вариантом и на 1,48 мг/кг почвы по сравнению с вариантом внесения биогумуса 1,5 т/га. При этом обеспеченность нитратным азотом достигла средней величины по градации А. Е. Кочергина и Г. Н. Гамзикова. При внесении биогумуса 5 т/га количество нитратного азота в фазу цветения изучаемых культур увеличилось на 5,82 мг/кг почвы по сравнению с контрольным вариантом и на 1,24 мг/кг почвы против внесения биогумуса 3 т/га. Максимальное количество нитратного азота 12,86–13,38 мг/кг почвы наблюдалось при вне-

сении 7–9 т/га биогумуса. В среднем содержание азота среднего уровня обеспечивают дозы внесения биогумуса 1,5–3,0 т/га, выше среднего уровня – дозы 5-9 т/га. Внесение 1 т/га биогумуса увеличивает содержание нитратного азота в среднем на 1,60 мг/кг почвы. Следовательно, внесение биогумуса оказывает положительное влияние на содержание нитратной формы азота в период вегетации.

Таблица 4 – Содержание нитратного азота и подвижного фосфора в слое почвы 0-40 см в фазу цветения изучаемых культур в зависимости от внесения биогумуса (в среднем за 2014–2017 гг.)

Вариант опыта	$N\text{-}NO_3$, мг/кг	P_2O_5, мг/кг
Контроль	6,25	107,4
$N_{40}P_{20}$ в рядки	8,48	108,6
Биогумус 1,5 т/га	9,35	116,1
Биогумус 3,0 т/га	10,83	125,4
Биогумус 5,0 т/га	12.07	133,1
Биогумус 7,0 т/га	12,86	141,5
Биогумус 9,0 т/г	13,38	142,8

Как показывают результаты исследования, применение биогумуса в качестве органического удобрения увеличивает содержание подвижных форм фосфора по сравнению неудобренным вариантом на 8,7–25,7 мг/кг почвы при внесении от 1,5 до 5 т/га. При внесении биогумуса в дозах 7–9 т/га увеличение подвижных форм достигает 34,1–35,4 мг/кг почвы. В среднем внесение 1 т/га биогумуса обеспечило увеличение содержания подвижных форм фосфора на 4,7 мг/кг почвы (таблица 6). В условиях зоны проведения исследований внесение биогумуса в качестве органического удобрения увеличивает уровень обеспеченности растений подвижными формами фосфора за весь вегетационный период. Химический состав биогумуса, применяемого нами, содержит 1,34 % общего азота и 0,72 % подвижного фосфора.

При внесении на 1 га 3–5 т биогумуса в почву поступает 40,2–67 кг фосфора, что равноценно по фосфору 180–300 кг суперфосфата. Этот фосфор в почве будет проявлять последействие на протяжении 3–4 лет.

Влияние биогумуса на урожайность зерновых и зернобобовых культур. В соответствии с изменением важных физических свойств почвы, ее гумусового состояния, водного и пищевого режимов в связи с внесением биогумуса, а также в зависимости от сложившихся погодно-климатических условий, формировалась и урожайность изучаемых сельскохозяйственных культур и их качество. Дело в том, что урожайность сельскохозяйственных культур – основной интегрирующий показатель, характеризующий уровень соответствия комплекса изучаемых факторов формированию высокой продуктивности культур (таблица 5).

Анализ трехлетних данных по урожайности показывает, что изучаемые культуры при внесении биогумуса формировали сравнительно высокие урожаи. Однако более достоверная прибавка урожайности достигнута на посевах пшеницы на вариантах с внесением 5 и 9 т/га биогумуса, на посевах гороха и гречихи 7 и 9 т/га. При этом пшеница на указанных вариантах обеспечена прибавкой урожая 2,7–2,9 ц/га, горох 4,0 и 4,2, гречиха 2,6–2,7 ц/га.

Внесение биогумуса в нормах от 1,5 до 5 т/га за счет оптимизации плотности, водного и пищевого режимов почвы увеличивает урожайность пшеницы на 34,4–44,2, гороха на 34,5–45,2 и гречихи на 36–63 %. Дальнейшее увеличение нормы внесения биогумуса повышает урожайность культур незначительно.

На основании полученных результатов исследований можно сделать следующие основные выводы:

1. Внесение биогумуса способствует экономному расходу влаги за счет создания оптимального сложения пахотного слоя почвы. В среднем внесение 1,5 т/га биогумуса снижает объемную массу почвы на 0,01–0,02 г/см^3, 3 т/га – на 0,02–0,06 г/см^3, 5 т/га – на 0,04–0,07 г/см^3. При дальнейшем увеличении дозы до 7–9 т/га снижение объемной массы несколько стабилизируется в пределах 0,01–0,04 см^3. В среднем внесение биогумуса в почву улучшает плотность пахотного слоя, приближая ее параметры к установленным оптимальным значениям на посевах пшеницы – 1,26–1,30, гороха – 1,23–1,29 и гречихи – 1,23–1,26 г/см^3, то есть, внося опре-

деленную норму биогумуса, можно оптимизировать плотность пахотного слоя почвы без применения специальной механической обработки.

Таблица 5 – Урожайность изучаемых культур в зависимости от различных доз биогумуса, ц/га (в среднем за 2014–2017 гг.)

Вариант опыта	ц/га	Прибавка	
		ц/га	%
Пшеница			
Контроль	6,1	-	-
$N_{40}P_{20}$ в рядки	6,6	0,5	8,1
Биогумус 1,5 т/га	8,2	2,1	34,4
Биогумус 3,0 т/га	8,2	2,1	34,4
Биогумус 5,0 т/га	8,8	2,7	44,2
Биогумус 7,0 т/га	8,6	2,5	40,9
Биогумус 9,0 т/г	9,0	2,9	47,5
НСР $_{05}$	**0,94-1,24**		
Горох			
Контроль	8,4	-	-
$N_{40}P_{20}$ в рядки	8,8	0,4	4,7
Биогумус 1,5 т/га	11,3	2,9	34,5
Биогумус 3,0 т/га	11,4	3,0	35,7
Биогумус 5,0 т/га	12,2	3,8	45,2
Биогумус 7,0 т/га	12,4	4,0	47,6
Биогумус 9,0 т/г	12,6	4,2	50
НСР $_{05}$	**1,23-1,38**		
Гречиха			
Контроль	3,8	-	-
$N_{40}P_{20}$ в рядки	4,2	0,4	10,5
Биогумус 1,5 т/га	5,2	1,4	36
Биогумус 3,0 т/га	5,7	1,9	50
Биогумус 5,0 т/га	6,2	2,4	63
Биогумус 7,0 т/га	6,4	2,6	68
Биогумус 9,0 т/г	6,5	2,7	71
НСР $_{05}$	**0,91-1,2**		

2. Запасы продуктивной влаги в пахотном слое почвы на посевах пшеницы на вариантах с внесением биогумуса были больше от 4,6 до 7,1 мм, на посевах гороха от 3 до 10,4 мм и на посевах гречихи от 3,9 до 4,7 мм. Внесение биогумуса способствует сохранению продуктивной влаги за счет сбалансированности физических свойств почвы.

3. При внесении в почву биогумуса в количестве 1,5–9 т/га происходило увеличение содержания гумуса в пахотном слое почвы по сравнению с контрольным вариантом на 0,11–0,56 % в 2012 г., на 0,08–0,55 % в 2013 г. и на 0,7–0,52 % в 2014 г. То есть каждая тонна внесенного биогумуса увеличивает содержание гумуса в почве в среднем на 0,07 %. Изменение происходит и в абсолютных значениях; в среднем за 3 года установлено, что каждая тонна внесенного биогумуса в почву образует 1600 кг гумуса, что эквивалентно внесению 16–19 т подстилочного навоза или 6-8 т/га соломы.

4. Содержание нитратного азота существенно зависело от применяемых норм биогумуса. При внесении 1,5 т/га биогумуса увеличение содержания нитратного азота составило 3,10 мг/кг почвы, 3 т/га – 4,58 и 5 т/га – 5,82 по сравнению с контрольным вариантом. При этом внесение биогумуса увеличивает количество нитратных форм азота в почве и повышает биологическую активность почвы.

5. В среднем внесение 1т/га биогумуса обеспечивает увеличение содержания подвижных форм фосфора на 4,7 мг/кг почвы.

6. Внесение биогумуса в нормах от 1,5 до 5 т/га за счет оптимизации плотности, водного, пищевого режимов почвы увеличивает урожайность пшеницы на 34,4–44,2 %, гороха на 34,5–45,2 % и гречихи на 36–63 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васько И. Эффективность энерго- и ресурсосберегающих технологий возделывания зерновых культур / И. Васько, А. Бектемиров, М. Карабаев // Агроинформ. – 2005. – № 4. – С. 14–16.

2. Жабагина А. Зачем необходимо повышать плодородие почвы / А. Жабагина // Агроинформ. – 2005. – № 10. – С. 11–12.

3. Карипов Р. Х. Некоторые проблемы земледелия Северного Казахстана / Р. Х. Карипов // Агроинформ. – 2008. – № 4. – С. 7–10.

4. Калимов Н. Е. Влияние биогумуса на основные физические свойства черноземов южных Костанайской области / Н. Е .Калимов // Фундаментальные и прикладные исследования в системе образования: Сб. науч. тр. VII Междунар. науч.-практ. конф. – Тамбов, 2009. – С. 215–218.

5. Мартынова Н. А. Химия почв: органическое вещество почв / Н. А. Мартынова. – Иркутск : Изд-во ИГУ, 2011. – 255 с.

6. Мустафаев Б. А., Кенжетаева А. Б., Какежанова // Материалы междунар. науч.-практ. конф. «Интеграция науки и производства в агропромышленном комплексе». – Павлодар, 2011. – Т. 2. – С. 158–160.

7. Мустафаев Б. А. Технология переработки органических отходов и получение биогумуса и почвенного раствора / Б. А. Мустафаев, А. Б. Кенжетаева, З. Е. Какежанова // Интеграция науки и производства в агропромышленном комплексе : Материалы междунар. науч.-практ. конф. – Павлодар, 2011. – Т. 2. – С. 160–163.

8. Ромель В. Н. Оптимальная объемная масса каштановой супесчаной почвы для яровой пшеницы / В. Н. Ромель, В. Г. Крот // Вестник с.-х. наук Казахстана. – Алма-Ата, 1989. – С. 385–400

9. Сорокин И. Б. Приемы биологизации в адаптивном земледелии подтаежной зоны Западной Сибири / И. Б. Сорокин, Э. В. Титова // Длительное применение удобрений. Агрохимические, агрономические и экологические аспекты : V Сибирские агрохимические Прянишниковские чтения. – Новосибирск, 2011. – С. 244–248.

10. Система ведения АПП Саратовской области. – Саратов, 1998. – С. 320.

11. Хусаинов А. Т. Мониторинг плодородия гумусового состояния черноземных почв северного Казахстана / А. Т. Хусаинов, К. Х. Сейдалина // Почвоведение и агрохимия. – 2008. – № 2. – С. 45–47.

12. Яшутин Н. В. Практикум по курсу «Системы земледелия» / Н. В. Яшутин и др.– Барнаул, 2008. – 251 с.

INVESTIGATION OF THE USE OF ZEOLITE MINERALS AND SPIRULINA ALGAE (CYANOBACTERIA) IN UNCONVENTIONAL SALT WATER TREATMENT FOR FISHERY

Mohammad Akhavan Ghalibaf 1 *, Maryam Khabazzadeh 2

*1&2: Assistant Professor and Postgraduate Student, Department of Soil Science, Faculty of Natural Resources, Yazd University, Iran * makhavan_ghalibaf@hotmail.com*

Oreionite is an Iranian zeolite which, due to its high cation exchange capacity, can be used in water treatment and algae *Spirulina.sp* as bio barrier to prevent the rapid transfer of heavy metals and toxins to the environment. In the present study, these mineral and algae were prepared from in vitro exchange columns of varying lengths, and unconventional saline water passed through the columns along the Yazd desert margin. Despite having zeolite, cation exchange capacity of 232 cmol/ kg the results showed that the zeolite columns had different trend in terms of decrease in the concentration of heavy metals. The trend of changes in the amount of heavy metals in the zeolite treatments and its replicates was similar to that of sodium concentration changes. The presence of easily soluble sodium in the zeolite used indicates the non-volcanic origin of the mineral and its origin can be attributed to the environment of saline lakes. Also, high salinity, especially the abundance of sodium in water and soluble in water from zeolite, reduced the absorption of heavy metal cations in zeolite columns.

Keywords: Irionite, *Spirulina.sp*, Sodium, Water Purification, Unconventional saline.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦЕОЛИТОВЫХ МИНЕРАЛОВ И СПИРУЛИНОВЫХ АЛГЕЙ (ЦИАНОБАКТЕРИЙ) В НЕКОНВЕНЦИОННОЙ ОБРАБОТКЕ СОЛЕНОЙ ВОДЫ ДЛЯ РЫБОЛОВСТВА

Галибаф М. А., ХабаззадеМ.

Эрионит – это иранский цеолит, который благодаря своей высокой катионообменной способности, может быть использован для очистки воды, а водоросли Spirulina sp. – в качестве биологического барьера для предотвращения быстрого переноса тяжелых металлов и токсинов в окружающую среду. В настоящем исследовании эти минералы и водоросли были получены in vitro из обменных колонок различной длины, и засоленная вода пустыни Йезд проходила через колонки. Несмотря на наличие цеолита с катионообменной емкостью 232 смоль/кг, результаты показали, что цеолитные колонки имели различную эффективность в снижении концентрации тяжелых металлов. Тенденция изменения количества тяжелых металлов при неоднократной обработке цеолитом была аналогична изменению концентрации натрия. Присутствие легкорастворимого натрия в используемом цеолите указывает на невулканическое происхождение минерала, происхождение которого можно отнести к среде соленых озер. Кроме того, высокая минерализация, особенно содержание натрия и растворимость его в воде из цеолита, снижает поглощение катионов тяжелых металлов в цеолитных колонках.

Ключевые слова: эрионит, Spirulina sp., натрий, очистка воды, солевой раствор.

Introduction

Zeolite is one of the minerals that has received a great deal of attention in the last three decades and has only received a lot of attention from the point of view of its use in the biological sciences in Iran for only a few years. Since this mineral has a very high cation exchange capacity, it is well justified for its use in biological fields, especially in Iran, a dry and subtropical country. Soils in arid areas, which are poor in organic matter, especially when they have sandy texture, transport them to living masses without hindrance to industrial harmful substances such as heavy metals. The use of this mineral can alleviate industrial pollution concerns by providing cation exchange capacities even as many as organic matter or smectite clays. The present project was designed to use zeolite minerals in the primary treatment of saline and unconventional industrial waters used in local bio-production. In this project, the role of zeolite minerals in delaying the transfer of heavy and metallic elements such as cadmium, lead and zinc that is abundant in the mines of central Iran and also reaches groundwater is investigated. According to Ming and Mupton (1992), arionite from the zeolites group with d intervals of 1.144, 0.911, 0.762 and 0.661 for hkl corresponds to 110, 002, 101 and 100, respectively. Zeolites acquire high cation exchange capacity with the substitution of aluminum and iron instead of silicon in tetrahedral units. This capacity is enough to reach more than a few times the smectite minerals. Very high exchangeable sodium content (more than 75%) has been reported in some non-magmatic zeolitic soils, with a toxicity limit of 15 indicated in such environments. , 1964). The Akhavan-Ghalibaf study (2004, 2017 and 2018) highlights the scattering of heavy metals from human activities in mining, the offshore shipping industry, as well as the linkages between living ecosystems such as plants and animals in Iran. Studies have shown that many plants and animals tolerate or adapt to metallic anomalies in which the environment is grown, although human adaptation to such environments entails irreparable damage. Here, the use of minerals such as zeolites with high capacity for element storage is proposed to allow it to slow down the rate of transfer of unwanted metals from living environments to the living boundary.

Materials and Methods. The present study used unconventional saline water in the vicinity of Bafgh desert. To investigate the feasibility of using zeolite in partial purification of water in the laboratory, water was used from tubes of varying lengths of 30, 40 and 50 cm, which were filled with zeolite 5 to 10 mm in size (Fig. 1). Unconventional water was passed through the cylinders that actually played the role of exchange columns, and the effect of zeolite on water was measured by measuring some heavy elements. Elements of water-soluble ages or zeolite extracts were measured with the German Jenna Analytical Absorbent Nova 300 Analytical Device.

From the zeolite sample collected and seeded in Khorramabad area, some chemical and physical tests were performed. For X-ray diffraction experiments, the zeolite sample was scanned with a

Phillips instrument with a copper anode of 40 kV and 30 mA from 5 to 60 units of two-theta. Zedulite specimens were first powdered and sliced in aqueous media to investigate the presence of clay minerals with it. For this purpose, three laboratory temperature treatments, 550 ° C for two hours, and ethylene glycol treatment were used to saturate the sample in desiccator medium prior to the experiment. The cation exchange capacity of zeolites was determined by the method of Polemio and Rhodes (1977) proposed by Page (1992) for a sample containing zeolite.

Figure 1 Pipes filled with zeolite to evaluate the storage efficiency of heavy metals in water

Discussion. An X-ray diffractogram of the xedolib sample used is shown in the figure. The peaks of 1.13, 9.2 and 7.6 are similar to peaks of 1.144, 0.911, 0.762 reported by Ming and Mupton (1992), so it can be called zeolite ore. The experiment also showed that heat treatment had eliminated some of the zeolite peaks, but the treatment with ethylene glycol increased the peaks to the left. The gationic naphthalene capacity of zadolite was 232 cm / kg. Its actual density is 1.9 g / cm3 and the apparent density of 5 to 10 mm is 0.75 g / cm3**.**

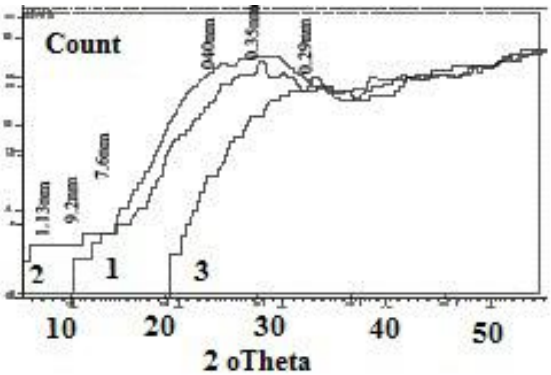


Figure 2 – X-ray diffractogram is a sample of zeolite used in water treatment. Laboratory temperature spectra showed two diagrams of samples treated with ethylene glycol and three after heating at 500 ° C for two hours.

The concentrations of lead, zinc and cadmium and sodium soluble ions in the saline sample before and after crossing the zeolite column are shown in Table 2 and diagram in Figure 3. The saline water used has an electrical conductivity of up to 16200 micromoles per cm. Sodium cation is the main water-soluble and soluble cation of zeolite. The amount of extractable sodium in the ratio of one to five zeolites to water was half a percent. To illustrate the diagram of sodium changes, the diagram of sodium dioxide with the coefficient X-4 is shown. As can be seen in the table and graph, the process of changing ions follows a state and is dependent on the presence of the dominant sodium ion.

Table 1 – Amount of Some Heavy Metals and Sodium in Inlet Water to Pipes Containing Zeolite and Algae

Na^+	Zn	Pb	Cd	Unusual salty water sample
ppm				
3141.8	0.0721	0.2202	0.1038	

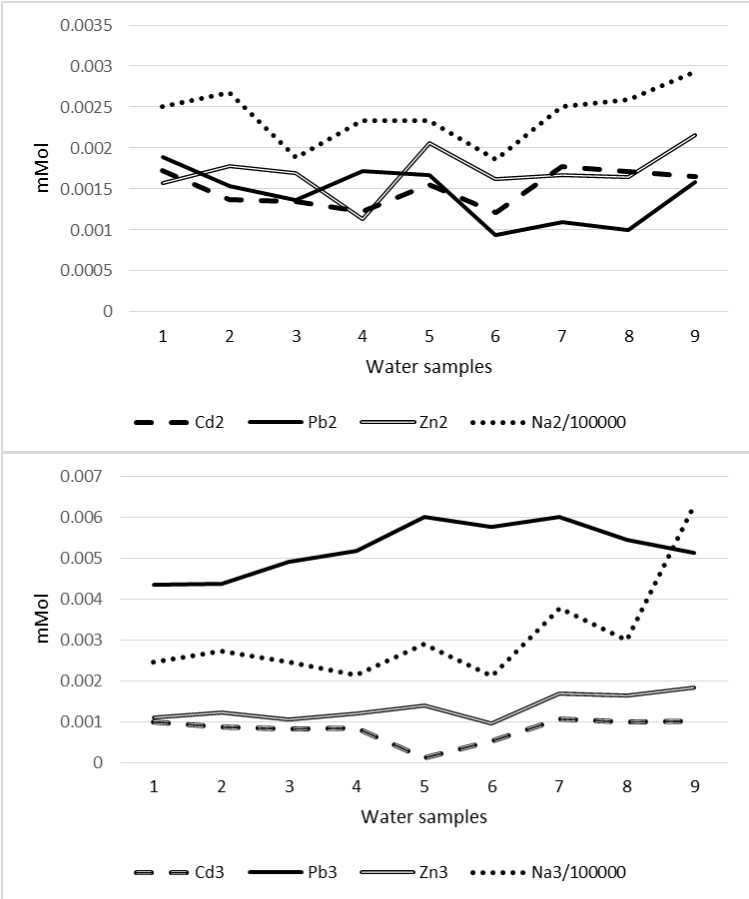


Figure 3 – Status diagram of some heavy metals and sodium in the water from the pipes containing zeolite (left photo) and algae (right photo).

Conclusion. The use of zeolite in the presence of sodium ions in water as well as in zeolite could not reduce the protection of heavy metals from consumed water. In the case of lead only, in some applied zeolites the concentration of lead has fallen below the initial water content. Sodium, however, cannot compete with lead in high concentrations, in other words, lead has succeeded better than the other two elements, cadmium and zinc, in sodium exchange sites.

REFERENCES

1. Akhvan-Ghalibaf M. 2004. Land Degradation as the Result of Flotation Ore Processing and Heavy etals Distribution in the Central Zn & Pb Mining Company of Iran. Fourth International Conference on Land Degradation. Spain. P: 306.

2. Akhavan-Ghalibaf M. 2017. Evaluation of heavy metals accumulation in the liver of great cormorants in the Southern Coast of Caspian Sea. Journal of Biodiversity and Environmental Sciences (JBES)Vol. 11, No. 2, p. 62-69.

3. Akhavan-Ghalibaf M. 2018. Life forms of plants related to heavy metal cycle in the ecosystem (Case study: Central Iran desert zone), International Scientific Ecological Conference, ecological problems of development on agro landscapes and methods of increasing their productivity proceeding. 27–28 March. Kuban state university, Krasnodar, Russia. P. 187–189.

4. Ming, D.W. and Mumpton, F.A. 1992. Zeolites in soil, National Aeronautics and Space Administration in Texas and College at Brockport, New York. In Chapter 18 (PP: 873–913) of Dix-

on J.B. and S.B. Weeds, Minerals in soil environment, Number 1 in the Soil Science Society of America Book Series, USA. – 1244 p.

5. Polemio, M., and J. D. Rhoades. 1977. Determining cation exchamge capacity: Anew procedure for calcareous and gypsiferous soil. Soil Sci. Soc. Am. J. 41: 524–528.

6. Rhoades J. D., 1992. Cation Exchange Capacity, U. S. Salinity Laboratory, Chaprer 8 (PP: 149–159) in Page, A.L., 1992. Methods of soil Analysis. Number 2, Part 2, Soil Science Society of America, Inc. Publisher.USA. 1157 p.

7. Schultz, R.K., R. Overstreet and I. Barshad. 1964. Some unusual ionic exchange properties of sodium in certain salt affected soils. Soil Sci. 99: 161–165.

УДК 579.64

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАКТЕРИАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ КАК ОДИН ИЗ СПОСОБОВ УЛУЧШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ АГРОЛАНДШАФТОВ

Маградзе Елена Ильинична, *ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»,* ***Россия, Республика Удмуртия,*** *г. Ижевск, elena.magradze@gmail.com*

Валиматова Софья Павловна, *ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»,* ***Россия, Республика Удмуртия,*** *г. Ижевск*

Главатских Дарья Николаевна, *ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»,* ***Россия, Республика Удмуртия,*** *г. Ижевск*

В статье приводятся результаты исследования препаратов, полученных при выращивании почвенных микроорганизмов *Azotobacter, Streptomyces, Azospirillum* на молочной сыворотке, и применения их как перспективных удобрений для улучшения плодородия почвы

Ключевые слова: бактериальные удобрения, молочная сыворотка, *Azotobacter, Streptomyces, Azospirillum.*

THE USE OF BACTERIAL FERTILIZERS GROWN ON WHEY AS ONE OF THE WAYS TO IMPROVE THE PRODUCTIVITY OF AGRICULTURAL LANDSCAPES

Magradze E. I., Valimatova S. P., Glavatskih D. N.

The article describes the study of fertilizers obtained by growing soil microorganisms Azotobacter, Streptomyces, Azospirillum on whey as promising drugs for improving soil fertility

Keywords: bacterial fertilizers, dairy whey, Azotobacter, Streptomyces, Azospirillum.

Интенсификация сельского хозяйства является прямым следствием увеличения численности человеческой популяции на Земле. Человечество вынуждено увеличивать площади посевов, увеличивать продуктивность уже имеющихся агроландшафтов. Разрабатываются различные методы, одним из которых на сегодняшний день является применение удобрений.

В последние годы бактериальные препараты на рынке удобрений становятся все более и более востребованными. Их используют как альтернативу минеральным и органическим удобрениям, которые наряду с несомненными достоинствами имеют ряд недостатков. В частности, органические удобрения могут содержать в себе патогенные организмы, а минеральные удобрения могут вымываться из почвы или из-за повышенной концентрации наносить вред почве. Однако в последнее время бактериальные удобрения стали использовать не вместо, а вместе с минеральными либо органическими удобрениями, несомненно, усиливая их достоинства, увеличивая продуктивность агроландшафтов [4].

В состав бактериальных удобрений входят почвенные микроорганизмы, оказывающие положительное влияние на рост и развитие растений [4]. В состав наших бактериальных удобрений входят бактерии рода *Streptomyces* либо *Azotobacter*, выращенные на молочной сыворотке – отходе производства кисломолочных продуктов. Стрептомицеты выделяют ан-

тибиотики, положительно влияющие на рост растений. Некоторые авторы утверждают, что стрептомицеты способны к азотфиксации [5].

Азотобактеры известны как свободноживущие почвенные азотфисксаторы. Они также синтезируют вещества гормональной природы: гиббереллины, ауксины и др. и выделяют в почву антибиотические вещества [1].

Бактериальные удобрения повышают численность соответствующих микроорганизмов в почве. Применение нашего удобрения, содержащего стрептомицеты, вызвало увеличение их количества в почве с $8,5*10^2$ до $1,8*10^5$ КОЕ/г, или примерно в 200 раз. При этом количество стрептомицетов в удобрении составляло $1,7*10^8$ КОЕ/л. Однако удобрение, содержащее азотобактеры, привело к незначительному увеличению численности бактерий рода *Azotobacter* в почве: в 5 раз. Возможно, что причина в том, что определить точную концентрацию азотобактеров в почве не представляет возможности. При подсчете КОЕ азотобактеров мы не можем точно определить количество бактерий, так как бактерии выделяют обильную слизь, в которой живет большое количество клеток, поэтому при десятикратных разведениях не удается уменьшать концентрацию бактерий в 10 раз. Мы определяем минимальную концентрацию азотобактеров, которая в нашем удобрении составила около 10^7 КОЕ/л.

Численность исследуемых бактерий в почве определяли через месяц после однократного полива удобрением и дальнейшего поддержания влагоемкости почвы до 80 % поливом водой. Эксперименты проводились в лабораторных условиях в небольших контейнерах, где почва не подвергалась вымыванию веществ, различным внешним воздействиям, как в открытом грунте, вследствие этого численность исследуемых организмов в течение 1 мес оставалась высокой. Поэтому актуальным остается вопрос увеличения и поддержания числа исследуемых микроорганизмов в открытом грунте. Планируется проверить удобрения в летний период на территории ботанического сада Удмуртского государственного университета в г. Ижевске.

Так как злаковые культуры выносят из почвы с урожаем большое количество азота, а следовательно, нуждаются в привнесении этого элемента в почву, мы исследовали влияние нашего удобрения, содержащего азотобактеры, на энергию прорастания и всхожесть пшеницы. Опыт закладывали в лабораторных условиях. Осуществляли однократный полив нашим удобрением. В качестве контроля использовали воду и разбавленную молочную сыворотку. Энергия прорастания семян пшеницы была больше на 15,9 %, чем при поливе водой, и на 13,2 % больше, чем при поливе молочной сывороткой. Всхожесть увеличилась на 21,27 % и на 6,38 % по сравнению с поливом водой и молочной сывороткой соответственно.

Что касается средней длины ростков и корней, измеренных на 7-й день, когда замеряли всхожесть семян, то между ними достоверной разницы не наблюдалось. Однако при построении вариационных рядов видно, что длина корней и ростков пшеницы, выращенной при поливе водой, распределяется по меньшему числу интервалов, чем при поливе молочной сывороткой и удобрением, а следовательно, мы можем говорить о положительном влиянии молочной сыворотки и удобрения на рост пшеницы на начальных этапах развития.

Длина ростков и корней при поливе молочной сывороткой не отличалась достоверно от тех же параметров пшеницы, поливаемой удобрением, содержащим азотобактеры. Однако в контейнерах, где осуществлялся однократный полив молочной сывороткой, наблюдалось появление плесени. В контейнерах с пшеницей, поливаемой нашим удобрением, плесени не наблюдалось. Таким образом, можно сказать, что наше удобрение не дает развиваться плесени на поверхности почвы.

Одна из составляющих повышения продуктивности агроландшафта – борьба с фитопатогенами. Бактериальные удобрения могут быть экологически безопасными препаратами, снижающими количество фитопатогенов в почве. Не исключена обработка взрослых растений с целью борьбы с фитопатогенами.

Опыт по появлению плесени в выращиваемых культурах был проведен с нашим удобрением, содержащим стрептомицеты. В этом случае в качестве контроля также были взяты вода и молочная сыворотка. Использовали также удобрение «Байкал М». Определяли всхо-

жесть и энергию прорастания салата. Опыт проводили в контейнерах, семена предварительно ничем не обрабатывали, проращивали на бумаге согласно соответствующему ГОСТу [2]. Так как свежие семена салата обладают практически 100 % всхожестью, то между опытом и контролями достоверной разницы не наблюдали. Однако только в опыте с нашим удобрением, содержащим стрептомицеты, появление колоний плесени не наблюдалось.

Нами разрабатываются и планируются опыты по изучению антагонизма стрептомицетов и плесневых грибов.

Мы изучаем влияние наших удобрений на прорастание семян и дальнейший рост культур в небольшом диапазоне времени. Данные о влиянии наших удобрений на томаты, редис, морковь, черенки сирени после микроклонирования были опубликованы и докладывались на конференциях различного уровня. Планируется исследовать влияние стрептомицетов на взрослые растения. Мы неоднократно поливали взрослые комнатные растения удобрением, содержащим стрептомицеты. Но такой полив нельзя отнести к экспериментам, так как полив осуществлялся остатками удобрения, не использованного в экспериментах. Поливали больные растения с неустановленным диагнозом заболевания. В ряде случаев в течение недели после полива улучшался внешний вид растений. Поэтому в дальнейшем мы хотим поставить научные эксперименты по влиянию нашего удобрения на болезни взрослых растений.

Еще один вклад в продуктивность агроландшафта могут внести удобрения с азоспириллами. Азоспириллы уже используются в бактериальных удобрениях. Это бактерии-симбионты, которые поселяются в ризосфере преимущественно злаковых растений. Они известны способностью фиксировать азот, выделяют ростовые факторы для растений, обладают антиоксидантной активностью [3].

Новизна нашего исследования заключается в том, что мы выращиваем азоспириллы на разведенной молочной сыворотке. Мы выделили азоспириллы из почвы вокруг корней ежи сборной (*Dáctylis glomeráta* L.). Нами было использовано несколько злаков для выделения азоспирилл, но азоспириллы, выделенные из почвы вокруг корней ежи сборной, росли на селективной питательной среде лучше, чем другие виды азоспирилл. В литературе встречаются данные о том, что азоспириллы чаще встречаются в ризосфере злаков на южных почвах. Однако азоспириллы, выделенные из ризосферы ежи сборной окрестностях г. Ижевска, лучше росли на селективной питательной среде, чем азоспириллы, выделенные из ризосферы ежи сборной из окрестностей г. Новороссийска. Так как селективная среда для азоспирилл содержит в качестве источника углерода лактат натрия, то, по нашим предположениям азоспириллы должны были расти на молочной сыворотке. Исследования подтвердили наши предположения. В дальнейшем планируется исследование данного удобрения на растениях.

Таким образом, удобрения, разработанные нами, показывают положительные результаты в лабораторных условиях. Необходимы дальнейшие эксперименты в открытом грунте для окончательной оценки применения данных препаратов для улучшения продуктивности агроландшафтов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Головатый С. Е. Влияние бактериального удобрения Азобактерин на урожай тимофеевки луговой и аккумуляцию в ней цинка и свинца / С. Е. Головатый, Н. А. Михайловская, Н. Д. Зеленовская, О. Миканова // Экологический вестник. – 2014. – № 4. – С. 103–108.

2. ГОСТ 12038-84 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести (с Изменениями N 1, 2, с Поправкой) – М. : Изд-во стандартов, 2004

3. Железкова М. М. Влияние бактерий *Azospirillum brasiliense* на содержание пигментов у пшеницы при кадмиевом стрессе / М. М, Железкова, Е. В. Плешакова, Е. В. Любунь // Известия Саратовского университета. Серия Химия, Биология, Экология. – 2014. – Вып. 2. – С. 63–68.

4. Завалин А. А. Биопрепараты, удобрения и урожай / А. А. Завалин. – М. : Изд. ВНИИА, 2005. – 302 с.

5. Anunciacao J. Plant growth promotion by Streptomycetes: ecophysiology, mechanisms and applications // Sousa and Olivares chem., biol. Technol. Agric. – 2016. – № 3. – P. 178–189.

УДК 663.97.0048

НОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТАБАЧНОЙ ПЫЛИ В КАЧЕСТВЕ ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ

Плотникова Татьяна Викторовна, *кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий,* ***Россия****, г. Краснодар, vniitti.nir@mail.ru*

Сидорова Наталья Владимировна, *ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий,* ***Россия,*** *г. Краснодар, vniitti.nir@mail.ru*

Егорова Елена Владимировна, *ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет»,* ***Россия,*** *г. Краснодар*

Получены экспериментальные данные по снижению токсичности табачной пыли, используемой в качестве органического удобрения совместно с деструктором УНИКАЛ®С на основе комплекса микроорганизмов и ферментов, что проявилось в количественном изменении основных питательных элементов, микологического состава, повышении биологической активности почвы и увеличении урожайности кукурузы на зерно.

Ключевые слова: отходы табачного производства, табачная пыль, деструктор, удобрение, эффективность.

NEW RESULTS OF USING TOBACCO DUST AS AN ORGANIC FERTILIZER

Plotnikova T. V., Sidorova N. V., Egorova E. V.

Experimental data have been obtained to reduce the toxicity of tobacco dust, used as an organic fertilizer in conjunction with the UNIKAL®S destructor based on a complex of microorganisms and enzymes, manifested in a quantitative change in the basic nutrients, mycological composition, increase in biological activity of the soil and increase in corn yield.

Keywords: tobacco waste, tobacco dust, destructor, fertilizer, efficiency.

Проблема накопления и утилизации отходов и, следовательно, создание безотходных технологий актуальна для табачной промышленности. Особо значимы разработки, которые могут использоваться в сельском хозяйстве для восстановления плодородия почв. Для этого, прежде всего, отход должен быть нетоксичным. Стоит отметить, что по данным Росстата в 2017–2018 гг. в табачной отрасли РФ произведено порядка 246,3–260,0 млрд шт. сигарет [4], при этом промышленных отходов, согласно расчетам, образовалось около 8 тыс. т из которых порядка 7 тыс. т табачной пыли с содержанием минеральных примесей.

Цель исследований заключается в изучении способов снижения токсичности отходов табачного производства, используемых в качестве органического удобрения.

Исследования проведены на опытно-экспериментальной базе института (2019 г.). Опыт заложен на чернозёме выщелоченном (контроль) с низким содержанием подвижных форм основных питательных элементов: NH_4 – 1,2–1,6 мг, NO_3 – 7,2–7,7, P_2O_5 – 8,1–8,3 и K_2O – 16,8–17,1мг на 100 г почвы. Табачную пыль (ТП) вносили весной в дозах 5 и 8 т/га как в чистом виде, так и совместно с биодеструктором УНИКАЛ®С (ООО «Органик Лайн», Украина, предлагается для ускоренной переработки органических отходов в компост на основе комплекса эффективных микроорганизмов и ферментов) из расчета 2,5 г/м^2 (25 кг/га). Компоненты равномерно наносили на участок и заделывали в почву на глубину 5–10 см. Площадь учётной делянки 5 м^2. Повторность трехкратная. Образцы почвы отбирали с глубины 0–20 см через 20 и 40 сут после внесения. Определяли биологическую активность: нитрифицирующую способность по Кравкову (1972), целлюлозоразрушающую активность по Федорову (1963), интенсивность выделения CO_2 из почвы – дыхание по Штатнову (1952) [1, 2, 5]. Для характеристики питательного режима почвы определяли нитратный и аммонийный азот, подвижный фосфор и калий [3]. Оценивали влияние табачной пыли на состав почвенной микофлоры по методикам G. D. Easton (1969) [6]. Оценивали эффективность использования отходов табачного производства в качестве органического удобрения на рост и урожайность кукурузы (сорт Урванская белая).

В результате проведенных опытов установлено, что при внесении в почву в качестве удобрительного средства табачной пыли (ТП) в дозах 5 и 8 т/га после выпадения 53 мм осадков (через 20 сут) и 125 мм осадков (через 40 сут после внесения), отмечено увеличение содержания в почве аммиачной формы азота на 25–67 %, нитратной на 4–104 %, доступного фосфора на 1–36, обменного калия на 11–58 % (таблица).

Также определено улучшение показателей биологической активности почвы. При этом выявлено повышение активности нитрифицирующих бактерий на фоне табачной пыли в 3–8 раз, микробиологической способности на 24–119 %. Отмечено, что количество продуцированной CO_2 из почвы повышается на всех вариантах опыта, где вносили табачную пыль. Если в исходной почве это количество составляло 20,1–20,8 мг CO_2 / 100 г почвы, то в опыте с применением ТП в дозах 5 и 8 т/га выделение углекислоты и других газов из почвы, повышается за период наблюдений на 30–96 %. Причем агрохимические показатели почвы заметно улучшаются при увеличении дозы отхода табачного производства.

Качественное изменение в почве отмечено при применении ТП в дозах 5 и 8 т/га совместно с деструктором УНИКАЛ®С. На данных участках установлено повышение содержания основных питательных элементов: азота аммиачного на 25–75 %, нитратного на 11–217, фосфора на 18–68, калия на 5–87 %: нитрифицирующей способности в 2–8 раз, интенсивности процесса разложения клетчатки на 8–129 %, дыхания почвы на 52–196 %.

Стоит отметить, что все показатели, определяемые в почве на 40-е сут учета на фоне увеличения количества выпавших осадков (153 мм), повышаются, кроме данных по фосфору и по дыханию почвы, которые снижаются.

Микробиологический анализ почвы в опыте выявил наибольшее разнообразие видового состава микромицетов в контрольном варианте. Здесь определены грибы родов *Stachybotrys* spp., *Penicillium* spp., *Rhizopus* spp., *Mucor* spp., *Alternaria* spp. и *Chetomium* spp. в количестве от 1,0 до 4,0 тыс. КОЕ (колониеобразующих единиц) на 1 г абсолютно сухой почвы.

Таблица – Изменение содержания подвижных форм питательных элементов и биологической активности на различных фонах почвы через 20 сут (1) и через 40 сут (2) после внесения компонентов

Вариант	Содержание, мг/100г почвы								Нитрифицирующая способность, мг NO_3/100 г почвы		Активность целлюлозоразрушающих бактерий, %		Интенсивность дыхания, мг CO_2/ кг почвы в сутки	
	NH_4		NO_3		P_2O_5		K_2O							
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Контроль	1,6	1,2	7,2	7,7	8,1	8,3	16,8	17,1	5,0	1,3	13,2	22,0	20,1	20,8
ТП 5 т/га	2,1	1,5	7,5	12,0	9,5	8,4	18,6	24,9	14,3	8,9	16,4	34,2	32,4	27,1
ТП 8 т/га	2,3	2,0	8,9	15,7	11,0	9,4	20,4	27,1	16,8	11,2	22,0	48,2	39,3	28,1
ТП 5 т/га + УН	2,0	2,0	8,0	24,0	10,9	9,8	17,7	25,4	19,2	9,2	14,2	47,4	53,8	31,6
ТП 8 т/га +УН	2,6	2,1	9,6	24,4	13,6	11,6	20,6	32,0	20,9	11,0	19,9	50,3	59,4	39,2

При совместном применении ТП и деструктора УНИКАЛ®С наблюдается снижение, как видового разнообразия грибов, так и количества колоний, появляются микромицеты – супрессоры рода *Trichoderma* spp. – факультативный сапротроф, способный продолжать вегетативный рост и размножение на растительных остатках. На варианте опыта, где в почву вносили ТП в чистом виде в дозе 8 т/га, рост микромицетов не отмечен. Это еще раз подтверждает предположение, что ТП является обеззараживающим средством от почвенных патогенов.

Установлено, что на контрольном варианте урожайность кукурузы (сорт Урванская белая), высеянной на опытных участках, составила в среднем 3,68 т/га, на вариантах, где применяли ТП в чистом виде, прибавка к урожаю возросла на 15–16 %, в смеси с деструктором УНИКАЛ®С – на 17–23 %.

Таким образом, определено, что для повышения плодородия почвы рекомендуется использовать ТП в качестве органического удобрения в дозах 5–8 т/га совместно с биоде-

структором УНИКАЛ®С за месяц до начала проведения весенних полевых работ при количестве осадков не менее 50 мм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агрохимические методы исследования почв / под ред. А. В. Соколова. – М. : Наука, 1975. – С. 99–100.
2. К методике определения биологической активности // Доклады ВАСХНИЛ. – 1952. – Вып. 6. – С. 27–30.
3. Мещеряков А. М. Извлечение и определение нитратов и аммония в почвах сероземной зоны Таджикистана / А. М. Мещеряков, М. В. Тетерина // Агрохимия. – 1972. – № 6. – С. 124–131.
4. Оценка состояния Российского рынка. – URL: http://tabakprom.ru /statistika/ocenka/ (дата обращения 11.04.2018).
5. Практическое руководство по почвенной микробиологии. – М. : Сельхозиздат, 1963. – 615 с.
6. Easton G. D. A method of estimating Vertisillium albo-atrum propagules in field soil and irrigation waste watter / G. D. Easton, M. E. Nagle, D. L. Bailey // Fitopatology. – 1969. – Vol. 59. – № 8. – P. 1171–1172.

УДК 631.4

УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ПО ТЕХНОЛОГИИ NO-TILL НА ЧЕРНОЗЕМЕ НИЖНЕГО ДОНА

Ильченко Ярослав Ильич, *аспирант, ФГБОУ ВО «Южный федеральный университет», **Россия**, г. Ростов-на-Дону, 10yaroslav@mail.ru*

Бирюкова Ольга Александровна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, *ФГБОУ ВО «Южный федеральный университет», **Россия**, г. Ростов-на-Дону, olga_alexan@mail.ru*

Медведева Анна Михайловна, *аспирант, ФГБОУ ВО «Южный федеральный университет» **Россия**, г. Ростов-на-Дону, medvedeva.estelior@yandex.ru*

Изучено влияние минеральных удобрений на урожайность озимой пшеницы в системе No-till в почвенно-климатических условиях южной зоны Ростовской области. Совместное внесение аммофоса и калимагнезии до посева с двумя подкормками аммиачной селитрой в фазы кущения и выхода в трубку способствует улучшению питательного режима почвы и обеспечивает получение максимальной урожайности озимой пшеницы.

Ключевые слова: чернозем, озимая пшеница, no-till, минеральные удобрения, питательный режим, урожайность.

YIELD OF WINTER WHEAT WHILE GROWING BY NO-TILL TECHNOLOGY ON THE LOWER DON CHERNOZEM

Ilchenko Y. I., Biryukova O. A., Medvedeva A. M.

The effect of mineral fertilizers on the yield of winter wheat in the No-till system in the soil and climatic conditions of the southern zone of the Rostov region was studied. The combined introduction of ammophos and kalimagnesia before sowing with two fertilizing with ammonium nitrate in the tillering and outlet phases of the tube helps to improve the nutritional regime of the soil and ensures maximum yield of winter wheat.

Keywords: Chernozem, winter wheat, no-till, mineral fertilizers, nutritional regime, yield.

Современное сельскохозяйственное производство невозможно без разработки и внедрения ресурсосберегающих технологий, обеспечивающих высокие экономические результаты. Под определением «почвозащитного и ресурсосберегающего земледелия» понимается система земледелия, при которой компоненты и мероприятия по агротехнике, защите растений, обеспечению питательными веществами, водными и энергетическими ресурсами базируются на устойчивом экологическом фундаменте, состоящем из трех взаимосвязанных

принципов: 1) минимального повреждения структуры почвы (прямой посев с нулевой обработкой почвы), 2) сохранения почвенного покрова (мульчирование с использованием стерни и покровных культур), 3) диверсификации (севооборот и/или чередование культур), включая покровные культуры [12]. Традиционные системы земледелия могут быть продуктивными, но в долгосрочной перспективе неустойчивы в экологическом и экономическом отношениях, потому что степень деградации почв (от эрозии, потери органического вещества и других форм снижения плодородия почвы), как правило, выше, чем степень природного почвообразования и способности почвы к самостоятельному восстановлению [10]. Ростовская область сохраняет позиции одного из крупнейших в России зернопроизводящих регионов и поставщика высококачественного зерна. В связи с этим актуальной задачей является оптимизация питания зерновых культур в системе No-till («нулевая» обработка почвы без вспашки).

Исследования проведены с 2016 по 2018 гг. в условиях полевого опыта на территории ЗАО им. Кирова Песчанокопского района Ростовской области.

Почва – чернозем обыкновенный карбонатный среднемощный тяжелосуглинистый на лессовидном суглинке. Согласно классификации почв России, это агрочерноземы обыкновенные карбонатные теплые, кратковременно промерзающие [7]. По Международной реферативной базе почвенных ресурсов (World Research Base) исследованные почвы относятся к Calcic Chernozems [11].

Опытная культура – озимая пшеница (*Triticum aestivum* L.), сорт Гром первой репродукции.

Схема опыта: 1) контроль без удобрений; 2). $N_{12}P_{52}$ при посеве + N_{30} в фазу кущения+N70 в фазу выхода в трубку; 3) $K_{32}Mg_{12}S_{20}$ при посеве + N_{30} в фазу кущения + N_{70} в фазу выхода в трубку; 4) $N_{12}P_{52}$ + $K_{32}Mg_{12}S_{20}$ при посеве + N_{30} в фазу кущения + N_{70} в фазу выхода в трубку; 5) $N_{12}P_{52}$ + $K_{32}Mg_{12}S_{20}$ при посеве на глубину 10 см + N_{30} в фазу кущения + N_{70} в фазу выхода в трубку.

В качестве удобрений использовали: аммофос ($N_{12}P_{52}$), калимагнезию ($K_{32}Mg_{12}S_{20}$), аммиачную селитру (N_{34}). Повторность опыта 4-кратная. Общая площадь делянки – 110 м^2. Предшественник: лён (Linum L.). Для посева использовали трактор МТЗ 1523 и сеялку Semeato TDNG 420 производства Бразилия. Норма высева семян 5 млн шт всхожих семян на 1 га, глубина заделки 4 см. Образцы почвы отбирали до посева и в фазы выхода в трубку и полной спелости. Определение подвижных форм фосфора и калия проводили по методу Мачигина в модификации ЦИНАО, содержания нитратного и аммонийного азота – ионометрическим методом [4].

Математическая обработка полученных результатов проведена с использованием дисперсионного анализа [2].

Удобрения являются основным фактором регулирования питательного режима почвы, улучшения ее биологических и физических свойств, что обеспечивает получение высоких и устойчивых урожаев [1, 5, 6, 8, 9,]. В нашей стране на долю удобрений приходится 40–50 % прироста урожайности зерновых культур [3].

Установлено, что внесение минеральных удобрений в поверхностный слой почвы (0–5 см) повышало содержание основных элементов питания (аммонийного и нитратного азота, подвижного фосфора и обменного калия), улучшая пищевой режим в течение всего вегетационного периода озимой пшеницы, что обусловило рост ее урожайности. Различия в содержании минерального азота по слоям почвы (0–5, 5–10, 10–15, 15–20, 20–30 см) статистически недоказуемы, так как его уровень зависит от погодных условий и интенсивности поглощения элемента растениями озимой пшеницы. Доступные растениям соли азотной кислоты и аммония хорошо растворимы, их способность к миграции по почвенному профилю, в том числе и в условиях юга страны, подтверждают многие исследователи. Наибольшее содержание подвижного фосфора и обменного калия выявлено в верхнем горизонте (0–10 см), заметно снижаясь с глубиной. Выявлено, что в засушливых условиях дифференциация подвижного фосфора и обменного калия по слоям почвы выражена в большей степени, чем при благоприятном увлажнении.

Применение минеральных удобрений создало лучшие условия для роста и развития озимой пшеницы, повышая густоту стояния растений, кустистость, высоту и массу растений, количество листьев, что привело к увеличению урожайности. Наибольшие значения

указанных показателей выявлены при совместном внесении аммофоса и калимагнезии, как на глубину посева, так и на глубину 10 см.

Установлены существенные колебания урожайности озимой пшеницы по годам исследования в зависимости от агрометеорологических условий выращивания (рисунок 1). В 2016 г. получена минимальная урожайность (49,9 ц/га), при этом эффективность применения удобрений была максимальной по сравнению с 2017 и 2018 годами исследования.

В среднем за 2016–2018 гг. урожайность озимой пшеницы на контрольном варианте составила 60,3 ц/га. Внесение аммофоса ($N_{12}P_{52}$) и аммиачной селитры в фазы кущения (N_{30}) и выхода в трубку (N_{70}) способствует увеличению урожайности до 67,8 ц/га. Прибавка урожая в этом варианте составила 7,5 ц/га (12,0 %) по отношению к контролю. Припосевное внесение калимагнезии ($K_{32}Mg_{12}S_{20}$) с подкормками аммиачной селитрой (N_{30}+N_{70}) повышает урожайность озимой пшеницы до 71,2 ц/га, что на 10,9 ц/га (18,0 %) больше в сравнении с контрольном вариантом. Совместное применение аммофоса ($N_{12}P_{52}$) и калимагнезии ($K_{32}Mg_{12}S_{20}$) на глубину посева с двумя подкормками аммиачной селитры в фазу кущения (N_{30}) и в фазу выхода в трубку (N_{70}) позволило получить 74,8 ц/га. Прибавка урожая озимой пшеницы в этом варианте составила 14,5 ц/га (24,0 %).

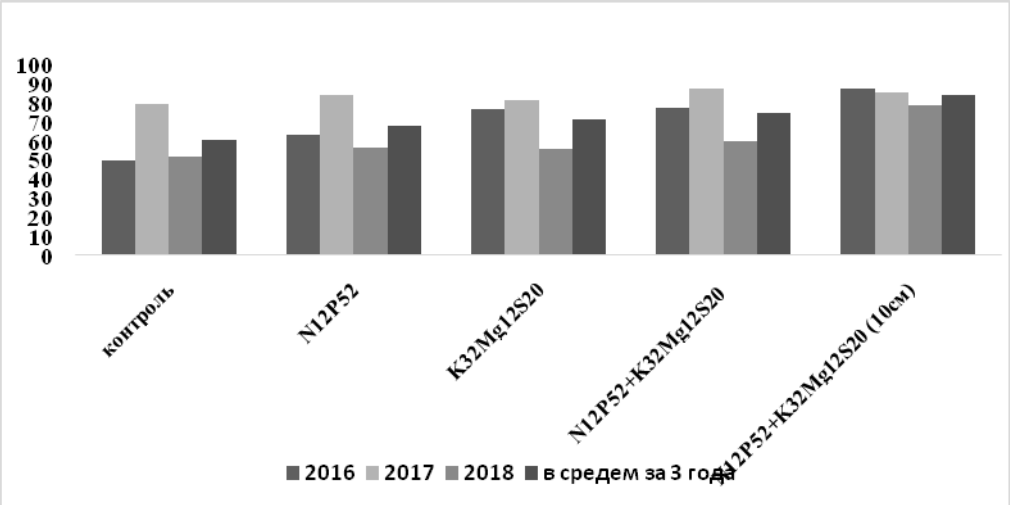


Рисунок 1 – Влияние минеральных удобрений на урожайность озимой пшеницы в системе No-Till, ц/га

Максимальная урожайность культуры получена при использовании тех же удобрений, что и в предыдущем варианте, но при внесении их на глубину 10 см – 78,8 ц/га. Разница с контролем – 18,5 ц/га (31,0 %). Следует отметить, что применение калимагнезии на азотно-фосфорном фоне, как на глубину посева семян, так и на глубину 10 см, позволяет повысить урожайность озимой пшеницы на 3,6 и 7,6 ц/га соответственно.

Таким образом, для изучаемого сорта озимой пшеницы Гром наиболее эффективно совместное внесение аммофоса и калимагнезии при посеве с двумя подкормками аммиачной селитрой в фазы кущения и выхода в трубку.

Исследование выполнено при государственной поддержке ведущей научной школы Российской Федерации (НШ-2511.2020.11).

ЛИТЕРАТУРА

1. Бельтюков Л. П. Влияние технологий возделывания на продуктивность полевых культур севооборота / Л. П. Бельтюков, Е. К. Кувшинова, Ю. В. Гордеева, В. М. Мажара, В. Г. Донцов. – Зерноград : Азово-Черноморский инженерный институт, ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2016. – 224 с.

2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – М. : Колос, 1985. – 416 с.

3. Матюк Н. С. Экологическое земледелие с основами почвоведения и агрохимии / Н. С. Матюк, А. И. Беленков, М. А. Мазиров, В. Д. Полин, А. Я. Рассадин, Е. Д. Абрашкина. – М. : РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, 2011. – 177 с.

4. Минеев В. Г. Практикум по агрохимии / В. Г. Минеев. – М. : МГУ, 2001. – 689 с.

5. Подколзин А. И. Удобрение и продуктивность озимой пшеницы / А. И. Подколзин. – М. : Изд-во Московского университета, 2000. – 193 с.

6. Шеуджен А. Х. Питание и удобрение зерновых, крупяных и зернобобовых культур / А. Х. Шеуджен, Т. Н. Бондарева, Л. М. Онищенко. – Краснодар : КубГАУ, 2012. – С. 31–78.

7. Шишов Л. Л. Классификация и диагностика почв России / Л. Л. Шишов, В. Д. Тонконогов, И. И. Лебедева, М. И. Герасимова. – Смоленск : Ойкумена, 2004. – 342 с.

8. Biryukova O. A. Models of Winter Wheat Yield Based on Calcareous Chernozem Fertility Parameters / O. A. Biryukova, D. V. Bozhkov, T. M. Minkina, A. M. Medvedeva, I. I. Elnikov // American Journal of Agricultural and Biological Sciences. – 2015. – 10 (4). – P. 186–196.

9. Biryukova O. A. Predicting the yield and quality of winter wheat grown on calcareous chernozem in the lower Don Region / O. A. Biryukova, I. I. Elnikov, D. V. Bozhkov, T. M. Minkina // Eurasian Journal of Soil Science. – 2015. – 4 (3). – P. 178–184.

10. Hobbs P. R. The role of conservation agriculture in sus-tainable agriculture / P. R. Hobbs, K. Sayre, R. Gupta // Philosophical Transactions of the Royal Society B. – 2008. – V. 363. – No. 1491. – P. 543–555.

11. IUSS Working Group WRB. World Reference Base for Soil Resources, 2006, first update 2007 // World Soil Resources Reports, Rome: FAO. – 2007. – № 103. – 192 p.

12. Kassam A., Friedrich T., Shaxson F., Reeves T., Pretty J. and de Moraes Sa J. Production Systems for Sustainable Intensification – Integrating Productivity with Ecosystem Services // Technology Assessment – Theory and Prexis, Special Issue on Feeding the World, July 2011.

УДК 631.8

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА СОДЕРЖАНИЕ МАКРОЭЛЕМЕНТОВ (N, P, K) В ЗЕРНЕ КУКУРУЗЫ

Пропастина Екатерина Петровна, *Южный Федеральный Университет,* ***Россия,*** *г. Ростов-на-Дону, prokaterina199920@gmail.com*

Представлены данные по изучению влияния минеральных удобрений на содержание макроэлементов в зерне кукурузы. Исследования проводили в 2016–2018 гг. на территории госсортоучастка «Целинский» Ростовской области.

Ключевые слова: минеральные удобрения, макроэлементный состав, кукуруза, элементы питания растений, агрохимические показатели.

INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZERS ON THE CONTENT OF MACROELEMENTS (N, P, K) IN CORN GRAIN

Propastina E. P.

The data on the study of the effect of mineral fertilizers on the content of macronutrients in grain corn are presented. The studies were carried out in 2016–2018, on the territory of the state section "Tselinsky" of the Rostov region.

Keywords: mineral fertilizers, macroelement composition, experimental culture, plant nutrition elements, agrochemical indicators.

Содержание макроэлементов в растении и отдельных его органах определяется не только особенностями гибрида и почвенно-климатическими условиями, но и дозой минеральных удобрений. Только постоянное обеспечение растений необходимыми элементами питания в оптимальных их соотношениях на протяжении всего вегетационного периода позволит максимально использовать биологический потенциал каждого сорта. Поэтому обеспечение высокого качества химического состава получаемой продукции – одно

из важнейших условий сохранения производства экологически чистой растительной продукции и безопасности питания животных и человека.

Полевые опыты проведены согласно методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур на территории госсортоучастка «Целинский» Ростовской области в 2017–2018 гг. совместно с международным институтом питания растений.

Опытная культура – кукуруза (*Zéa máys*). Предшественник – нут (*Cicer arietinum*). Почва – чернозем обыкновенный карбонатный тяжелосуглинистый на лессовидном суглинке. Характеристика агрохимических показателей пахотного слоя: pH 7,7; содержание гумуса 3,22 %; аммонийного азота 14 мг/кг; нитратного азота 16 мг/кг; подвижного фосфора и обменного калия (по Мачигину) 24 и 332 мг/кг соответственно. В качестве минеральных удобрений использовали аммиачную селитру, аммофос и калий хлористый, цинк сернокислый.

Удобрения вносили согласно следующей схеме:

1) $N_{30}P_{40}$ под предпосевную культивацию;

2) $N_{9}P_{40}$ под предпосевную культивацию;

3) $N_{85}P_{70}K_{40}$, включая $N_{50}P_{50}K_{20}$ под предпосевную культивацию, $N_{5}P_{20}K_{20}$ при посеве (2 см сбоку семян), N_{30} в междурядную подкормку в стадию 3–5 листьев + Zn (обработка семян);

4) $N_{17}P_{70}K_{40}$, включая $N_{12}P_{50}K_{20}$ под предпосевную культивацию, $N_{5}P_{20}K_{20}$ при посеве (2 см сбоку семян) + Zn (обработка семян).

Определение азота, фосфора, калия в растениях проведено по соответствующим ГОСТам.

В результате проведенных исследований установлены закономерности распределения азота, фосфора, калия в зерне кукурузы в различные годы (2016–2018). В 2016 г. содержание азота в зерне кукурузы варьировало от 1,57 до 1,87 %, фосфора от 0,25 до 0,60, калия от 0,31 до 0,53. В 2017 году содержание макроэлементов находилось в пределах 1,53–1,88 % для азота, 0,40–0,57 для фосфора и 0,58–0,77 для калия. В 2018 г. – 1,79–2,26, 0,33–0,52 и 0,40–0,58 % соответственно для N, P, K.

Наибольшее содержание N, P, K в зерне кукурузы установлено при внесении полного минерального удобрения ($N_{85}P_{70}K_{40}$ и $N_{17}P_{70}K_{40}$) с обработкой семян цинком. При этом повышение количества азота на фосфорно-калийном фоне не оказало существенного влияния на накопление основных элементов питания. Такая закономерность прослеживается во всех годах (2016–2018) опыта.

Применение минеральных удобрений при выращивании кукурузы в условиях южной зоны Ростовской области позволяет сохранить плодородие почвы, улучшить химический состав растений и накопление N, P, K в зерне кукурузы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бирюкова О. А. Содержание макро- и микроэлементов в зерне кукурузы при внесении удобрений на черноземе обыкновенном / О. А. Бирюкова, Д. В. Божков, В. В. Носов, Ж. А. Чепко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – Краснодар : КубГАУ, 2014. – № 09. – (103).

2. Гигиенические нормативы качества и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов. СанПин 2.3.2.560 – 96.

3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М. : Колос, 1985. – 351 с.

4. Ильин В. Б. Тяжелые металлы в системе почва – растение / В. Б. Ильин. – Новосибирск : Наука, 1991. – 150 с.

5. Минеев В. Г. Практикум по агрохимии : Учеб. пособие. - 2-е изд., перераб. и доп. / В. Г. Минеев – М. : Изд-во МГУ, 2001. – С. 240–245.

УДК 633.15/631.1.017

АГРОЛАНДШАФТНОЕ КОРМОПРОИЗВОДСТВО КУКУРУЗЫ НА СИЛОС В УСЛОВИЯХ ОАО «РУДАКОВО» ВИТЕБСКОГО РАЙОНА

Лёвкин Евгений Анатольевич, *кандидат сельскохозяйственных наук, УО «Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия ветеринарной медицины»,* ***Республика Беларусь****, г. Витебск, mibazylev@yandex.ru*

Базылев Михаил Владимирович, *кандидат сельскохозяйственных наук, УО «Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия ветеринарной медицины»,* ***Республика Беларусь****, г. Витебск, mibazylev@yandex.ru*

Линьков Владимир Владимирович, *кандидат сельскохозяйственных наук, УО «Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия ветеринарной медицины»,* ***Республика Беларусь****, г. Витебск, mibazylev@yandex.ru*

Опыт возделывания кукурузы на силос в условиях сложных агроландшафтов ОАО «Рудаково» позволил сформулировать наиболее оптимальный алгоритм осуществления такого производства с высокими показателями вероятностного распределения окупаемости затрат при рентабельности производства в 17,8 %.

Ключевые слова: возделывание кукурузы, агротехнология, экономика.

AGRO-LANDSCAPE FODDER PRODUCTION OF CORN FOR SILAGE IN THE CONDITIONS OF JSC "RUDAKOVO" VITEBSK REGION

Levkin E. A., Bazylev M. V., Linkov V. V.

Investigations of the cultivation of corn for silage in complex agrolandscapes of the OJ-SC «Rudakovo» made it possible to formulate the most optimal algorithm for carrying out such production with high indicators of the probability distribution of cost recovery, reaching a production profitability of 17,8 %.

Keywords: corn cultivation, agricultural technology, economics

Введение. Крупнотоварное сельскохозяйственное предприятие ОАО «Рудаково» характеризуется значительным прогрессом собственной деятельности в области агробизнеса: как своевременно созданные большие производственные мощности в тепличном овощеводстве, в производстве скотоводческой продукции и в техническом обеспечении процессов сельскохозяйственной деятельности, а также агрокластеризационные условия на предприятии по инициативе государства – всё это способствует новому становлению хозяйства в череде высокоинтегрированных современных холдинговых агроструктур. Тем не менее работа на земле предполагает принятие определённых и значительных усилий в организации и управлении таким крупным агрохозяйством, где на одно из важнейших мест выходит цепочка производства сельскохозяйственной продукции, начиная от растениеводства и заканчивая производством животноводческой продукции как сырьевого компонента для собственной переработки и реализации в своей и дилерской торговой сети [1–21]. В связи с этим, на основе обобщеная первичных элементов сельскохозяйственной деятельности ОАО «Рудаково», в данной работе будут рассмотрена актуальная система ведения интенсивного кормопроизводства кукурузы на силос в непростых условиях моренно-ландшафтного рельефа местности, которым изобилует всё полевое производство предприятия.

Цель исследований заключается в изучении и интерпретации положительного опыта ведения агроландшафтного кормопроизводства кукурузы на силос в ОАО «Рудаково» Витебского района. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: проводились полевые и лабораторные исследования особенностей кормопроизводственной сферы деятельности ОАО «Рудаково»; производился анализ агроландшафтного кормопроизводства кукурузы на силос в условиях хозяйства; осуществлялась аналитическая работа по выработке предложений совершенствования такого кормопроизводства и изысканию скрытых внутренних экономических резервов агрохозяйственной деятельности изучаемого предприятия.

Материалы и методы исследований. Исследования проводились в 2016–2018 гг. в производственно-экономических условиях ОАО «Рудаково» Витебского района в рамках научно-исследовательской работы кафедры агробизнеса УО «Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия ветеринарной медицины». Предметом исследований выступало агроландшафтное кормопроизводство хозяйства (балл пашни 20,1), представляющее собой значительный пласт сельскохозяйственных производственных работ по созданию прочной кормовой базы для дойного стада коров 1880 голов и шлейфа в 2700 гол. (2018 г.). Методика опытов общепринятая. В исследованиях использовались методы анализа, сравнений, прикладной математики.

Результаты исследований. Агроландшафтное кормопроизводство в ОАО «Рудаково» осуществляется при использовании современных высокоинтенсивных систем земледелия, где широко применяется севооборотное регулирование возделывания агрокультур, производится большое количество пожнивных и поукосных посевов, осуществляется выращивание кормовых культур на выводных и прифермских полях, а также производится возделывание в короткоротационных севооборотах с использованием большой насыщенности посевов клевером розовым, райграсом, бобово-злаковым разнотравьем. Ключевые позиции в агроландшафтном кормопроизводстве ОАО «Рудаково» занимают посевы кукурузы на силос и на зерно (общая площадь посевов 1266 га). В частности, за годы исследований в хозяйстве широко применялось интенсивное производство высокотехнологичной, качественной и питательной массы кукурузы на силос (гетерозисный гибрид Мики позволил получать 40,7 т/га зелёной массы). Изучение комплекса благоприятных условий возделывания кукурузы на силос в условиях хозяйства позволило установить следующие макрофакторные элементы, повышающие эффективность в сложных условиях агроландшафтов предприятия (рисунок 1).

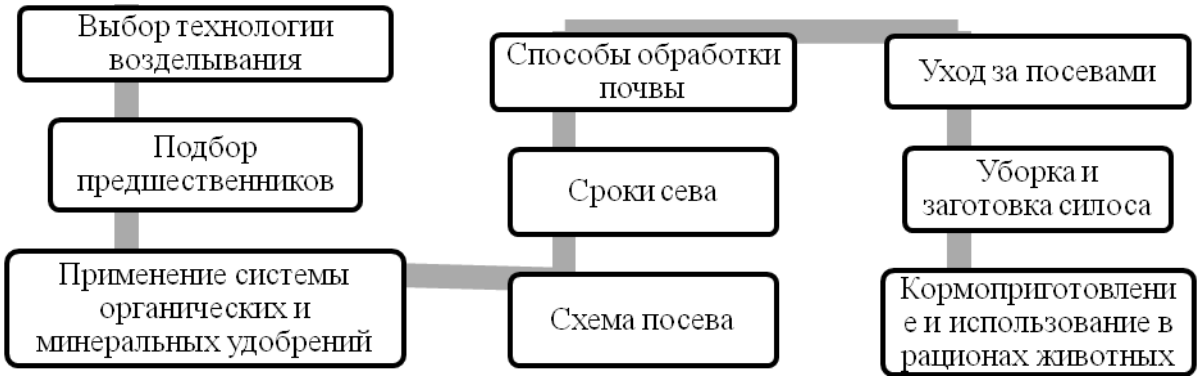


Рисунок 1 – Важнейшие макрофакторные звенья при возделывании кукурузы на силос в условиях моренно-ландшафтного земледелия в ОАО «Рудаково»

Из рисунка 1 следует, что экономически целесообразное производство кукурузы на силос в условиях сложных рельефов полевой местности агропредприятия (наличие большого количества разнорасположенных склоновых земель, каменистых почв, полей с блюдцами и т. д.) предполагает обязательное использование технологических регламентов её производства [1, 4, 8, 10, 13, 16, 20]. Вместе с тем возделывание кукурузы на силос в условиях ОАО «Рудаково» не исключает творческого подхода и использования оригинальных нетривиальных решений, позволяющих изыскивать внутренние резервы такого производства кормов. В системе производства кукурузы на силос в ОАО «Рудаково» использовался для приемов с наибольшим вероятностным распределением окупаемости затрат (алгоритм). Интенсивная технология возделывания включало: осуществление посева в последующем звене севооборота после очень хорошего предшественника – картофеля; внесение в обязательном порядке высоких доз органических и минеральных удобрений, дробно применение азотных удобрений – в основную заправку почвы и в подкормку; обработка почвы направлена на сохранение почвенной влаги, формирование более тёплых почв и ускорение процессов минерализации органических остатков в почве, что способствует лучшему росту и развитию растений кукурузы не только в начальный период (на старте), но и в последующем на протяжении все-

го периода вегетационного развития растений. Применялись оптимальные сроки сева, когда почва созрела и в целом исключён возврат ночных почвенных заморозков; схема посева 10 × 60 см; уход за посевами включал проведение защитных мероприятий от вредоносной биоты, включая борьбу с сорняками и другими патогенными организмами, а также проведение подкормок растений, включая и некорневые подкормки. Уборка осуществлялась системой машин в сжатые сроки после формирования большой биомассы растительного агроценоза (фаза молочно-восковой и восковой спелости зерна), закладка силосных сооружений (каждого отдельного) проводилась за 1–2 дня, что позволило получить высококачественный силос. Кормоприготовление кукурузного силоса к скармливанию осуществляется также высокопроизводительными современными сельскохозяйственными машинами «Хозяин», в которых происходит активное смешивание силоса из кукурузы с сенажом, сеном, соломой, комбикормом и другими компонентами полнорационных кормов для животных. Рентабельность производства кукурузы на силос в условиях хозяйства составляет 17,8 % (2018 г.).

Заключение. Таким образом, сложное агроландшафтное производство кукурузы на силос в условиях ОАО «Рудаково» позволяет достигать значительной экономической эффективности и уровня рентабельности 17,8 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агроэкономическая эффективность выращивания на зерно и силос гибридов кукурузы различной скороспелости в центральной части Беларуси / Д. Н. Володькин [и др.] // Земледелие и селекция в Беларуси : сб. науч. тр.; редкол.: Ф. И. Привалов (гл. ред.) [и др.]. – Минск : Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию, 2018. – Вып. 54. – С. 153–160.
2. Аналитическое оценивание современного использования промышленных и узкоспециализированных технологий откорма крупного рогатого скота / Е. А. Лёвкин [и др.] // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2018 . – № 2. – С. 42–46.
3. Базылев М. В. Инновационные управленческие технологии в сельскохозяйственном производстве на основе функциональной синхронизации / М. В. Базылев, В. В. Линьков, Е. А. Лёвкин // Аграрная наука – сельскому хозяйству : Сб. материалов XIV Междунар. науч.-практ. конф. – Книга 1. – Барнаул : РИО Алтайского ГАУ, 2019. – С. 41–43.
4. Базылев М. В. Особенности агрокластеризационного развития сельскохозяйственных отраслей в условиях ОАО «Рудаково» Витебской области / М. В. Базылев, Е. А. Лёвкин, В. В. Линьков // Проблемы и перспективы развития животноводства : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящённой 85-летию биотехнологического факультета, Витебск, 31 октября – 2 ноября 2018 г. / УО ВГАВМ; редкол. : Н. И. Гавриченко (гл. ред.) [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2018. – С. 8–10.
5. Базылев М. В. Совершенствование элементов межотраслевой кластеризации СПК «Снитово-Агро» Ивановского района / М. В. Базылев, В. В. Линьков, С. И. Лагодич // Актуальные проблемы АПК : взгляд молодых исследователей Материалы Междунар. науч.-практ. конф.: 23 мая 2017 г. г. Смоленск. – Смоленск : ФГБОУ Смоленская ГСХА, 2017. – С. 12–17.
6. Базылев М. В. Современная концепция агрокластеризационного развития животноводства / М. В. Базылев, В. В. Линьков // Развитие аграрной науки в разработках молодых учёных : Материалы онлайн-конф. (20–24 марта 2018 г.). – п. Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2018. – С. 6–12.
7. Вильвер Д. С. Повышение эффективности молочного скотоводства за счёт оптимизации паратипических факторов : автореф. дисс. ... д-ра с.-х наук / Д. С. Вильвер. – Оренбург, 2016. – 47 с.
8. Жуков В. Д. Повышение эффективности систем земледелия в Краснодарском крае [Электронный ресурс] / В. Д. Жуков, З. Р. Шеуджен // Научный журнал КубГАУ. – 2019. – № 15 (07). – С. 1–12.
9. Заводчиков Н. Д. Молочное скотоводство и кормопроизводство в Оренбургской области: состояние и направления развития / Н. Д. Заводчиков, Н. В. Спешилова, Д. А.

Андриенко // Молочнохозяйственный вестник : Электронный периодический теоретический и науч.-практ. журнал. – 2017. – № 4, IV кв. – С. 172–181.

10. Зеленяк В. Производство кукурузного силоса – на новый уровень. Часть 8. Оценка гибридов через призму молока / В. Зеленяк // Наше сельское хозяйство. Агрономия. – 2018. – № 23. – С. 2–6.

11. Кавардаков В. Я. Принципы и структура формирования нормативной базы инновационно-технологического развития животноводства / В. Я. Кавардаков, И. А. Семененко // Вестник Донского ГАУ. – 2018. – № 2. Ч. 1. – С. 20–29.

12. Лёвкин Е. А. Совершенствование отдельных внутриотраслевых кластерных образований в молочно-товарном скотоводстве / Е. А. Лёвкин, М. В. Базылев, В. В. Линьков // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2018. – № 1. – С. 74–79.

13. Маслов Г. Г. Эффективные направления снижения уплотнения почвы для сохранения ее плодородия [Электронный ресурс] / Г. Г. Маслов, Н. В. Малашихин, В. П. Лаврентьев // Научный журнал КубГАУ. – 2019. – № 146 (02). – С. 1–14.

14. Нечаев В. И. Проблемы инновационного развития животноводства : монография / В. И. Нечаев, Е. И. Артемова. – Краснодар : Атри, 2009. – 368 с.

15. Организационно-технологические требования при производстве молока на молочных комплексах промышленного типа. Республиканский регламент / И. В. Брыло [и др.]. – – Минск : Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь., 2014. – 105 с.

16. Продуктивность культур в орошаемом агроландшафте в зависимости от системы основной обработки почвы и удобрений [Электронный ресурс] / В. П. Василько [и др.] // Научный журнал КубГАУ. – 2018. – № 141 (07). – С. 1–20.

17. Разумовский Н. П. Менеджмент кормления дойного стада / Н. П. Разумовский, А. А. Хрущёв // Животноводство России. – 2017. – № 1. – С. 47–49.

18. Разумовский Н. П. Становление рубцового пищеварения / Н. П. Разумовский, В. И. Смунёв // Животноводство России. – 2017. – № 3. – С. 49–52.

19. Теоретическое и практическое обеспечение высокой продуктивности коров : практическое пособие. Ч. 1. Технологическое обеспечение высокой продуктивности коров / А. И. Ятусевич [и др.]; ред. А. И. Ятусевич. – Витебск : ВГАВМ, 2015. – 356 с.

20. Усовершенствованные технологии и средства почвообработки [Электронный ресурс] / Б. Ф. Тарасенко [и др.] // Научный журнал КубГАУ. – 2019. – № 150 (06). – С. 1–20.

21. Dairy Cattle Breeding Effectiveness Analysis under the Conditions of Import Substitution / Y. A. Tokarev [ets.] // International Journal of environmental & science education. – 2016. – Vol. 11. – No 15. – Pp. 7576–7585.

УДК 631.84:712 (571.14)

УВЕЛИЧЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ АГРОЛАНДШАФТОВ НОВОСИБИРСКОГО ПРИОБЬЯ С ПОМОЩЬЮ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ

Галеева Любовь Павловна, *доктор сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет»,* ***Россия****, г. Новосибирск, liub.galeeva@yandex.ru*

В полевом опыте на чернозёме выщелоченном Новосибирского Приобья изучено сравнительное действие аммиачной селитры и карбамидно-аммиачной смеси (КАС-32) на урожайность яровой пшеницы сорта Новосибирская 31. Установлено, что в условиях хорошей тепло- и влагообеспеченности в течение вегетационного периода наибольшая урожайность пшеницы была получена в варианте с аммиачной селитрой, внесённой в дозе 30 кг д. в./га.

Ключевые слова: азотные удобрения, аммиачная селитра, карбамидно-аммиачная смесь (КАС-32), яровая пшеница, урожайность.

INCREASING THE PRODUCTIVITY OF AGRICULTURAL LANDSCAPES NOVOSIBIRSK OB REGION USING NITROGEN FERTILIZERS

Galeeva L. P.

In a field experiment on leached Chernozem of the Novosibirsk Ob region, the comparative effect of ammonium nitrate and urea-ammonia mixture (CAS-32) on the yield of spring wheat of the Novosibirsk 31 variety was studied. It was found that under conditions of good heat and moisture supply during the growing season, the highest yield of wheat was obtained in the variant with ammonium nitrate, introduced in a dose of 30 kg of d. V./ha.

Keywords: nitrogen fertilizers, ammonium nitrate, urea-ammonia mixture (KAS-32), spring wheat, productivity.

Продуктивность сельскохозяйственных культур определяется обеспеченностью элементами питания и, в первую очередь, азотом. Большое влияние на его содержание в почве оказывает антропогенная деятельность. Установлено, что окультуренные почвы содержат азота на 5–30 % больше, чем почвы в естественном состоянии [1]. Наибольшее значение в повышении урожайности сельскохозяйственных культур принадлежит азотным удобрениям. Доля участия азота в прибавке урожайности от полного удобрения в зависимости от почвенно-климатических зон составляет от 14 до 70 % [2]. При этом в год внесения растения используют лишь 30–50 % азота удобрений, 25–45 % его закрепляется в почве в органической форме, а 10–30 % – безвозвратно из неё теряется [3]. Поэтому азотные удобрения необходимо вносить практически на всей посевной площади зерновых культур с учётом результатов почвенно-растительной диагностики и поступления в почву биологического азота. Удобрения способствуют накоплению нитратного азота не только в верхних, но и в нижних горизонтах почвы, особенно в годы с большим количеством осадков. При последующем недостатке влаги в почве этот азот может передвигаться с восходящим её током в верхние слои почвы и служить источником азота для растений как в действии, так и в последействии [4].

Эффективность азотных удобрений существенно возрастает при оптимальном содержании в почве подвижных форм фосфора и калия. Опытами научно-исследовательских учреждений и производственной практикой ряда передовых хозяйств получено, что эффективность 1 кг внесённого азота удобрений в Сибири может составлять 8–10 кг зерна или 12–15 кг кормовых единиц.

Азотные удобрения оказывают наибольшее влияние на урожайность и качество зерна яровой пшеницы. В настоящее время всё большее применение находит такое азотное удобрение, как КАС-32 (карбамидно-аммиачная смесь), эффективность действия которого в сибирских условиях исследована недостаточно.

В этой связи было изучено сравнительное влияние КАС-32 и аммиачной селитры на урожайность яровой пшеницы. Полевой опыт проводили на опытном поле УОХ «Практик» учхоза Тулинское Новосибирского района Новосибирской области на чернозёме выщелоченном среднемощном среднесуглинистом. Почва в пахотном слое имела следующие агрохимические показатели: pH 7,15; гумус 5,96 %, сумма обменных оснований 35,6 ммоль-экв/100 г, подвижный фосфор и обменный калий (по Чирикову) 122 и 192 мг/кг соответственно. Содержание в слое 0–40 см почвы аммонийного азота низкое, нитратного азота среднее. В качестве азотных удобрений в опыте применяли аммиачную селитру (NH_4NO_3, 34 % д.в.) и карбамидно-аммиачную смесь (КАС-32, содержит 35–37 % карбамида и 43–45 % аммиачной селитры), которые производит КАО «Азот» (Кемеровская область).

Варианты опыта: 1. Контроль (без удобрений). 2. КАС-30. 3. КАС-60. 4. КАС-30+подкормка КАС. 5. КАС-60+подкормка КАС. 6. NH_4NO_3-30. 7. NH_4NO_3-60. 8. NH_4NO_3-30+подкормка КАС. 9. NH_4NO_3-60+подкормка КАС. Повторность 4-кратная, площадь делянки 5х4=20 м^2. Обработка почвы зяблевая отвальная на глубину 20–22 см. Жидкое азотное удобрение (КАС-32) вносили опрыскивателем, а аммиачную селитру вразброс под весеннюю культивацию. Подкормку пшеницы КАС-32 в дозе 10 кг д. в./га проводили с одновременным внесением гербицидов с помощью опрыскивания в фазу кущения. Посев яровой пшеницы сорта Новосибирская 31 проводили сеялкой СЗП-3,6, норма высева 5 млн шт. зёрен /га. Урожайность пшеницы учтена поделяночно сноповым методом.

Запасы продуктивной влаги в пахотном и метровом слое почвы весной за счёт большого количества осадков (2 среднемноголетние нормы) были удовлетворительными и очень хо-

рошими – 37 и 169 мм соответственно. В фазу кущения пшеницы в обоих слоях почвы они оценивались как хорошие (129 % осадков от нормы), а к уборке пшеницы – очень хорошие (114 % осадков от нормы). Высокие запасы продуктивной влаги в почве при повышенной обеспеченности её подвижным фосфором и очень высокой обменным калием оказали положительное влияние на эффективность азотных удобрений [5]. Наибольшая урожайность яровой пшеницы в опыте получена при внесении аммиачной селитры в дозе 30 кг д. в./га – 31,9 ц/га (таблица 1). Действие КАС было эффективным только на фоне подкормки, проведённой в фазу кущения пшеницы, где прибавка урожайности в зависимости от дозы удобрения составила 5,4 и 5,9 ц/га. Подкормка пшеницы КАС в вариантах с аммиачной селитрой была неэффективной, прибавка зерна недостоверна – 3,0 и 1,2 ц/га.

Таблица1 – Влияние азотных удобрений на урожайность яровой пшеницы и окупаемость кг д. в. удобрений зерном

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю		Окупаемость азота удобрений, кг/кг д. в.
		ц/га	%	
1. Контроль (без удобрений)	24,1	-	-	-
2. КАС-30	28,3	4,2	17	10,0
3. КАС-60	26,7	2,6	11	4,3
4. КАС-30 + подкормка	29,5	5,4	22	13,5
5. КАС-60 + подкормка	30,0	5,9	24	8,4
6. NH_4NO_3 -30	31,9	7,8	32	26,0
7. NH_4NO_3 -60	29,6	5,5	23	9,2
8. NH_4NO_3 -30 + подкормка	27,1	3,0	12	7,5
9. NH_4NO_3 -60 + подкормка	25,3	1,2	5	1,7
НСР $_{0,5}$		4,6		

Оптимизация азотного питания яровой пшеницы на чернозёме выщелоченном Новосибирского Приобья с помощью азотных удобрений должна опираться не только на их виды, дозы, способы и сроки внесения, но также на экономическую эффективность применения. В настоящее время под этим понимают окупаемость 1 кг действующего вещества минеральных удобрений величиной прибавки урожайности зерна, полученной за их счёт. С одной стороны, чем больше окупаемость, тем выше эффективность применения удобрений; с другой стороны, это не всегда так, так как в последние годы рост цен на минеральные удобрения значительно опережает рост цен на зерно пшеницы. В настоящее время это приводит к дефициту или полному отсутствию применения минеральных удобрений в большинстве хозяйств Новосибирской области. Так, в 2019 г. в Новосибирской области в среднем на один гектар пашни было внесено в среднем 8–9 кг д. в. минеральных удобрений.

В странах Европы экономически оправданной дозой применения минеральных удобрений, окупаемых зерном, считается 10 кг и более. В условиях данного полевого опыта наибольшая окупаемость 1 кг д. в. азотных удобрений зерном пшеницы получена в варианте с аммиачной селитрой в дозе 30 кг д. в./га – 26 кг зерна (таблица 1). При внесении КАС-30 с подкормкой и без неё она уменьшалась примерно в 2–3 раза, но при этом была достаточно высокой – 13,5 и 10 кг зерна. В остальных вариантах окупаемость удобрений зерном была низкой, что в условиях ежегодно растущих цен на удобрения может быть экономически невыгодным.

Следовательно, в условиях хорошей тепло- и влагообеспеченности на чернозёмах выщелоченных Новосибирского Приобья стабильно высокие урожаи яровой пшеницы можно получать при внесении аммиачной селитры в дозе 30 кг д. в./га., обеспечивающей высокую окупаемость действующего вещества удобрений зерном.

ЛИТЕРАТУРА

1. Муха В. Д. Естественно-антропогенная эволюция почв (общие закономерности и зональные особенности). – М. : КолосС, 2004. – 271 с.

2. Державин Л. М. Интегрированное применение агрохимических средств в зерновом хозяйстве / Л. М. Державин // Агрохимия. – 2007. – № 12. – С. 3–17.

3. Гамзиков Г. П. Баланс и превращение азота удобрений / Г. П. Гамзиков, Г. И. Кострик, В. Н. Емельянова. – Новосибирск : Наука, Сиб. отд-ние, 1985. – 160 с.

4. Кочергин А. Е. Условия питания зерновых культур азотом, фосфором и калием и применение удобрений на чернозёмах Западной Сибири : Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – М. : 1965. – 40 с.

5. Галеева Л. П. Эффективность разных форм азотного удобрения при выращивании яровой пшеницы в условиях Новосибирского Приобья / Л. П. Галеева // Сб. тр. науч.-практ. конф. / Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск : ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2019. – Вып. 4. – С. 50–52.

УДК 635.74: 631.84

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯГЛАУКОНИТОВ В АГРОБИОЦЕНОЗАХ

Босак Виктор Николаевич, *доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,* ***Республика Беларусь,*** *Горки, bosak1@tut.by*

Кузьменкова Оксана Федоровна, *кандидат геолого-минералогических наук, ГП «НПЦ по геологии»,* ***Республика Беларусь,*** *Минск*

Стрельцова Галина Дмитриевна, *кандидат геолого-минералогических наук, ГП «НПЦ по геологии», Республика Беларусь, Минск*

Сачивко Татьяна Владимировна, *кандидат сельскохозяйственных наук, Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,* ***Республика Беларусь,*** *Горки, bosak1@tut.by*

Акулич Михаил Петрович, *Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,* ***Республика Беларусь,*** *Горки, bosak1@tut.by*

Манкевич Сергей Сергеевич, *ГП «НПЦ по геологии»,* ***Республика Беларусь,*** *Минск*

Приведены результаты исследований по изучению эффективности применения глауконитсодержащей породы при возделывании пряно-ароматических культур. В результате исследований установлено, что применение 600 кг/га глауконитсодержащей породы увеличило урожайность зеленой массы пажитника голубого на 0,09 кг/м^2 при общей урожайности зеленой массы 1,61 кг/м^2, укропа пахучего – на 0,07 кг/м^2 при общей урожайности зеленой массы 1,14 кг/м^2 и по эффективности было эквивалентно применению 20 кг/га д. в. калия.

Ключевые слова: глауконитсодержащая порода, калийсодержащий агромелиорант, пряно-ароматические культуры.

EFFECTIVENESS OF GLAUCONITES IN AGROBIOCENOSIS

Bosak V. N., **Kusmenkova O. F.**, **Streltsova G. D.**, **Sachyuka T. V.**, **Akulich M. P.**, **Mankevich S. S.**

The results of studies on the effectiveness of glauconite in the cultivation of blue fenugreek and dill are presented. As a result of studies, the use of 600 kg/ha of glauconite increased the yield of green weight of blue fenugreek by 0.09 kg/m^2 with a total yield of green weight of 1.61 kg/m^2, dill – by 0.07 kg/m^2 with a total green weight yield of 1.14 kg/m^2. In terms of effectiveness, the use of glauconite was equivalent to the use of 20 kg/ha of potassium.

Keywords: glauconite, K-containing agromeliorant, spicy-aromatic crops.

Глауконитсодержащие породы, которые являются попутным сырьем при планируемой добыче базальтов в Республике Беларусь, могут быть использованы в различных отраслях экономики, в том числе в сельском хозяйстве в качестве калийсодержащего агромелиоранта [1, 4, 5, 6, 8].

Глауконитсодержащие породы представляют собой глауконит-кварцевые слюдистые алевриты и алевролиты. Минерал глауконит (K,H_2O) $(Fe^{3+},Al,Fe^{2+},Mg)_2$ $[Si_3AlO_{10}](OH)_2$ ×

nH_2O – водный алюмосиликат железа, кремнезема и оксида калия непостоянного состава, который относится к группе гидрослюд [2, 6, 10].

В глауконитсодержащей породе вскрыши месторождения Новодворское содержание азота в среднем составило 0,06–0,07 %, фосфора – 0,12–0,14, калия – 1,33–3,10, кальция – 0,91–0,97, магния – 0,27 %; подвижных соединений марганца – 12,4 мг/кг, кобальта – 4,5, цинка – 13,8, меди – 10,7 мг/кг.

Исследования по изучению эффективности применения глауконитсодержащей породы при возделывании пряно-ароматических культур проводили на протяжении 2017–2019 гг. в полевых опытах на суглинистой почве. Схема опытов предусматривала контрольный вариант без применения удобрений, варианты с внесением в предпосевную культивацию полного минерального удобрения NPK, а также варианты с применением 600 кг/га глауконитсодержащей породы, которую вносили на фоне двух доз калия: полной K_{70-80} и сокращенной на 20 кг/д. в. (K_{50-60}). Исследуемые культуры – пажитник голубой (*Trigonella caerulea* (L.) Ser.) сорт Росквіт (сорт создан в УО БГСХА) и укроп пахучий (*Anethum graveolens* L.) сорт Грибовский [3, 7, 9].

Цель исследования – изучить возможность использования глауконитсодержащей породы в качестве калийсодержащего агромелиоранта при возделывании различных видов пряно-ароматических культур.

В исследованиях с пажитником голубым применение 600 кг/га глауконитсодержащей породы на фоне $N_{40}P_{40}K_{70}$ обеспечило достоверную прибавку урожая зеленой массы пажитника 0,09 кг/м^2 при общей урожайности 1,61 кг/м^2 (таблица). На фоне пониженной дозы калия ($N_{40}P_{40}K_{50}$) в варианте с применением 600 кг/га глауконитсодержащей породы урожайность зеленой массы пажитника голубого (1,57 кг/м^2) получена на уровне (в пределах $НСР_{05}$) урожайности зеленой массы как в варианте с полным минеральным удобрением $N_{40}P_{40}K_{70}$ (1,52 кг/м^2), так и в варианте с применением аналогичной дозы глауконитсодержащей породы на фоне $N_{40}P_{40}K_{70}$ (1,61 кг/м^2).

Таблица – Агрономическая эффективность применения глауконитсодержащей породы

Пажитник голубой			Укроп пахучий		
Вариант	Зеленая масса, кг/м^2	Прибавка, кг/м^2	Вариант	Зеленая масса, кг/м^2	Прибавка, кг/м^2
Контроль	1,18	–	Контроль	0,83	–
$N_{40}P_{40}K_{70}$	1,52	0,34	$N_{60}P_{50}K_{80}$	1,07	0,24
$N_{40}P_{40}K_{50}$ + глауконит	1,57	0,39	$N_{60}P_{50}K_{60}$ + глауконит	1,11	0,28
$N_{40}P_{40}K_{70}$ + глауконит	1,61	0,43	$N_{60}P_{50}K_{80}$ + глауконит	1,14	0,31
$НСР_{05}$	0,07		$НСР_{05}$	0,05	

При возделывании укропа пахучего внесение глауконитсодержащей породы на фоне полного минерального удобрения увеличило урожайность зеленой массы укропа пахучего при уборке на пряность на 0,07 кг/м^2. На фоне пониженной дозы калия $N_{60}P_{50}K_{60}$ применение глауконитсодержащей породы при возделывании укропа пахучего, как и в исследованиях с пажитником голубым, обеспечило урожайность на уровне с вариантом с внесением полной дозы калия $N_{60}P_{50}K_{80}$ (соответственно 1,11 и 1,07 г/м^2).

Такая закономерность свидетельствует о возможности экономии 20 кг/га д. в. калий при внесении исследуемой дозы (600 кг/га) глауконитсодержащей породы как при возделывании пажитника голубого, так и укропа пахучего.

Таким образом, одним из перспективных направлений утилизации глауконитсодержащих пород является их применение в агробиоценозах в качестве калийсодержащего агромелиоранта, позволяющего снизить дозы традиционных калийных удобрений при возделывании пряно-ароматических культур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акулич М. П. Урожайность и качество укропа пахучего в зависимости от применения минеральных удобрений, агромелиорантов и биопрепаратов / М. П. Акулич, В. Н. Босак // Овощеводство. – 2019. – Т. 27. – С. 6–11.

2. Глауконитсодержащие породы поискового участка Пинский (Беларусь) / О. Ф. Кузьменкова, Г. Д. Стрельцова, Т. М. Миненкова и др. // Геология и минерально-сырьевые ресурсы запада Восточно-Европейской платформы: проблемы изучения и рационального использования. – Минск : СтройМедиаПроект, 2017. – С. 172–176.

3. Государственный реестр сортов Республики Беларусь / Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений. – Минск, 2019. – 272 с.

4. Левченко Е. Н. Глауконит России: состояние, перспективы освоения и развития минерально-сырьевой базы / Е. Н. Левченко, Л. П. Тигунов. – Москва : ВИМС, 2011. – 65 с.

5. Перспективы использования вмещающих пород при добыче базальтов / В. Н. Босак, Г. Д. Стрельцова, О. Ф. Кузьменкова, Т. В. Сачивко, М. П. Акулич // Отходы, причины их образования и перспективы использования. – Краснодар : КубГАУ, 2019. – С. 67–69.

6. Применение агромелиорантов при возделывании зеленных и пряно-ароматических культур / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко, М. П. Акулич и др. // Вестник БГСХА. – 2020. – № 1. – С. 175–181.

7. Сачивко Т. В. Оценка новых сортов *Trigonella* L. по основным хозяйственно ценным признакам / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Мичуринский агрономический вестник. – 2017. – № 2. – С. 144–148.

8. Характеристика и направления использования новых видов агромелиорантов / В. Н. Босак, Г. Д. Стрельцова, О. Ф. Кузьменкова, Т. В. Сачивко, С. С. Манкевич, М. П. Акулич // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – Горки : БГСХА, 2019. – С. 30–32.

9. Характеристика и особенности агротехники новых сортов пряно-ароматических культур: рекомендации / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак, А. П. Гордеева, М. В. Наумов. – Горки: БГСХА, 2019. – 19 с.

10. Hydrothermal alteration of the Ediacaran Volyn-Brest volcanics on the western margin of the East European Craton / J. Środoń, O. Kuzmenkova, J. Stanek et al. // Precambrian Research. – Nr. 325. – P. 217–235.

УДК 631.86; 631.559.2

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЕРМИКОМПОСТА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ РУККОЛЫ

Каллас Елена Витальевна, *кандидат биологических наук, Национальный исследовательский Томский государственный университет,* ***Россия****, г. Томск, lkallas@sibmail.com*

Глибина Наталия Сергеевна, *Национальный исследовательский Томский государственный университет,* ***Россия****, г. Томск.*

Бабенко Андрей Сергеевич, *доктор биологических наук, профессор, Национальный исследовательский Томский государственный университет,* ***Россия****, г. Томск.*

Исследована эффективность действия вермикомпоста на рост и развитие рукколы в условиях вегетационного и полевого микроделяночного опытов. Показано, что поливы вермигуматом и внесение сухого вермикомпоста в дозе 500 г/м^2 повышают продуктивность культуры на 73% и 80% соответственно.

Ключевые слова: вермикомпост, вегетационный и полевой микроделяночный опыты, руккола, продуктивность.

VERMICOMPOST EFFICT ON GROWING ARUGULA

Kallas E. V., Glibina N. S., Babenko A. S.

The effectiveness of vermin-compost influence on arugula growing in the conditions of vegetation and micro-plot experiments was studied. It was shown that irrigation with vermin-humate and the introduction of dry vermin-compost at a dose of 500 g/m^2 increase the productivity of the culture by 73 and 80 % respectively.

Keywords: vermin-compost, vegetation and field micro-plot experiments, arugula, productivity.

На современном этапе развития общества на фоне роста населения и увеличения потребности в продуктах питания возрастает интерес к устойчивому сельскому хозяйству, обеспечивающему экологическую безопасность и возобновление плодородия экосистемы. Одним из важнейших аспектов в рамках данной проблемы является производство экологически чистой продукции растениеводства в больших объемах, не увеличивая при этом существенно затраты на ее производство. Перспективным в этом плане представляется применение высокоэффективных удобрений – вермикомпостов (биогумуса), получаемых при переработке дождевыми червями (преимущественно Eisenia foetida и E. andrei) различных органических отходов. Такие органические субстраты, являющиеся продуктами биологических технологий, согласно Н. Н. Терещенко с соавторами, «представляют собой равновесные саморегулирующиеся системы, управляемые сложным консорциумом микроорганизмов» [7].

Как показывают многочисленные исследования [2, 4], биоудобрения и вермикомпост в том числе оказывают многостороннее действие на почву и растения благодаря наличию в них большого количества хорошо гумифицированного вещества, обладающего мощным клеящим действием и обусловливающего создание водопрочной агрономически ценной структуры, которая повышает водоудерживающую способность агрегатов. Кроме этого, вермикомпост оптимизирует пищевой режим почв, снижает кислотность, увеличивает численность полезных групп микроорганизмов, выделяющих в окружающую среду фитогормоны.

Цель настоящей работы – выявить влияние вермикомпоста на рост, развитие и урожайность зеленой массы рукколы сорта Индау Покер.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования явились: вермикомпост, полученный методом переработки в течение 8 мес пищевых отходов красным калифорнийским червем Eisenia andrei Bouche, и руккола сорта Индау Покер. Для приготовления вермикомпоста использовали предварительно измельченные пищевые отходы растительного происхождения: кожуру бананов, моркови, свеклы, остатки фруктов, кабачков, тыквы, а также чай и кофе. Апробацию полученного вермикомпоста проводили на агросерой почве в условиях полевого микроделяночного опыта.

Для характеристики свойств агросерой почвы и вермикомпоста определялись следующие показатели (по общепринятым методикам [1]) : pHвод, содержание органического углерода, валового азота и фосфора, поглощенных оснований (Ca^{2+}, Mg^{2+}), качественный состав гумуса [3].

Микроделяночный опыт проводился на агросерой почве с целью оценки эффективности вермикомпоста, полученного на основе переработки пищевых отходов. В связи возможным подщелачиванием и ингибирующим его действием при больших дозах, о чем имеются свидетельства в научной литературе [5, 6, 8, 9], была выбрана доза 500 г/м^2 (из расчета 5 т/га). Удобрение вносили в почву опытных делянок, равномерно заделывая в верхний 10 см слой. Размеры делянок 0,25 м^2, повторность опыта 3-кратная. Тестовой культурой служила руккола сорта Индау Покер. На каждую делянку высевались семена с одинаковой суммарной массой – по 0,25 г. Схема опыта:

Контроль (агросерая почва).

Агросерая почва + вермикомпост (500 г/м^2).

Опыт проводили в условиях защищенного грунта (в теплице) с целью устранения неблагоприятных факторов окружающей среды. Календарные сроки опыта – с 21 июня по 11

июля 2019 г. (20 дней). В ходе опыта проводились биометрические наблюдения и оценивалась продуктивность зеленой массы культуры.

Математическую обработку результатов наблюдений проводили в статистическом пакете Excel.

Результаты исследований и их обсуждение. Агросерая почва характеризовалась среднесуглинистым гранулометрическим составом, достаточно высоким содержанием поглощенных катионов (сумма Ca2+ и Mg2+ 40 мг·экв/100 г почвы), близкой к нейтральной реакцией почвенного раствора (pHводн 6,54). Содержание гумуса 5,53 %, валового азота – 0,25 %, валового фосфора – 0,28 %. В составе гумуса доля гуминовых кислот (ГК) составляет около 26% от общего органического углерода (Собщ), фульвокислот (ФК) – 23 %, отношение Сгк:Сфк = 1,11 (тип гумуса фульватно-гуматный). Характеристики вермикомпоста свидетельствуют о высоком содержании в нем органического углерода (23 %, гумуса 40 %), валовых форм азота (2,13 %) и фосфора (0,9 %), несколько пониженных по сравнению с почвой количествах поглощенных катионов (сумма Ca2+ и Mg2+ 34 мг·экв/100 г) и сильно щелочной реакции среды (pHвод 9,18). Качественный состав гумуса вермикомпоста отличается от такового в агросерой почве высокой долей ГК (34 % от Собщ), в 2 раза превышающей долю ФК, что позволяет отнести гумус к гуматному типу (Сгк:Сфк = 2,29).

Результаты исследования показали, что органическое удобрение, полученное путем вермикультивирования на пищевых отходах, стимулирует всхожесть семян. Первые всходы и на контроле, и на делянках с вермикомпостом появились на 2-е сут после посева, однако количество их на последних было больше и составляло 30–40 шт., тогда как на контроле не превышало 20 шт. На 3-и сут количество всходов также было выше на делянках с удобрением – до 140 шт. (на контроле не превышало 90–95 шт.). У растений в варианте с вермикомпостом на сутки раньше появились настоящие листья. Ростостимулирующее влияние биоудобрения выявилось при наблюдении за динамикой роста растений. Высота их измерялась на 11 и 15-е сутки от начала эксперимента. На контроле она составляла в среднем 5,5 см и 8,5 см соответственно, а в варианте с удобрением – 7,4 и 13 см. Средняя скорость прироста растений в этот период на фоне вермикомпоста была равна 1,4 см/сут, что в 2 раза выше, чем на контроле (0,75 см/сут). Также более высокими показателями характеризовались и параметры листовых пластинок культуры в варианте с вермикомпостом: длина в среднем 11,8 см, ширина – 5,2 см (в контроле соответственно 7,9 см и 3,6 см).

В последний день эксперимента определялась суммарная надземная биомасса на каждой опытной делянке. В контроле она составила в среднем из 3 повторностей 204,3 г, в варианте с вермикомпостом – 368,9 г, что в 1,8 раза (на 80 %) выше.

Таким образом, использование вермикомпоста ускоряет прорастание и всхожесть семян тестовой культуры, стимулирует рост и развитие растений, существенно увеличивает урожайность зеленой массы.

Заключение. Использованный в полевом микроделяночном опыте полученный на основе пищевых отходов вермикомпост, являясь источником элементов питания, регулятором пищевого режима почвы, поставщиком стимуляторов роста растений, показал высокую эффективность и обеспечил увеличение продуктивности тестовой культуры рукколы сорта Индау Покер на 80 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв / Е. В. Аринушкина. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1970. – 487 с.

2. Бабенко А. С. Перспективы использования вермикомпоста в защите растений / А. С. Бабенко, Ван Джа Нин // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2010. – № 1(9). – С. 105–110.

3. Методические указания по определению содержания и состава гумуса в почвах (минеральных и торфяных). – Л., 1975. – 105 с.

4. Степанов А. А. Изучение эффективности гуминового удобрения ЭДАГУМ®СМ как стимулятора роста и мелиоранта в вегетационном и мелкоделяночном опытах с пшеницей / А. А. Степанов, О. С. Якименко, Д. Д. Госсе, М. Е. Смирнова // Агрохимия. – 2018. – № 6. – С. 36–43.

5. Степанова Д. И. Опыт вермикультивирования конского навоза в условиях Якутии / Д. И. Степанова // Аграрный вестник Урала. – 2008. – № 1 (43). – С. 29–31.

6. Терещенко Н. Н. Эколого-микробиологические аспекты вермикультивирования / Н. Н. Терещенко. – Новосибирск, 2003. – 116 с.

7. Терещенко Н. Н. Эффективность торфо-минеральных и органических вермикомпостсодержащих грунтов / Н. Н. Терещенко, А. Б. Бубина, С. В. Писаренко // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2008. – № 2(3). – С. 47–60.

8. Фомина Л. В. Эффективность применения природных биостимуляторов при формировании хозяйственно ценных признаков зеленого лука / Л. В. Фомина, Е. Н. Олейникова // Вестник КрасГАУ. – 2017. – № 12. – С. 34–43.

9. Arancon N. Q. Effects of humic acids from vermicomposts on plant growth / N. Q. Arancon, C. A. Edwards, S. Lee, R. Byrne // European Journal of Soil Biology. – 2006. – № 42. – P. 65–69.

УДК 631.862.1

ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ НА ДИНАМИКУ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ АЗОТА

Гаджиева Севиндж Рафиг гызы, *доктор химических наук, профессор, Бакинский Государственный Университет,* ***Азербайджанская Республика,*** *г. Баку*

Рустамова Ульвия Нуширaван гызы, *кандидат химических наук, Бакинский Государственный Университет,* ***Азербайджанская Республика,*** *г. Баку, ulviya_rn@rambler.ru*

Мамедова Гюльгяз Рагиб гызы, *Бакинский Государственный Университет,* ***Азербайджанская Республика,*** *г. Баку*

Было изучено воздействие органических удобрений, таких как навоз, вермикомпост, а также системы навоз + вермикомпост, на подвижные формы азота в почве. При их использовании на экспериментальных участках было отмечено увеличение количества биогенных элементов (азота, фосфора, калия), как поглощенных, так и растворимых форм азота, а также усиление азотфиксации. Наибольший эффект наблюдался при использовании комплексной системы удобрений «навоз + вермикомпост».

Ключевые слова: органические удобрения, навоз, вермикомпост, подвижные формы азота в почве, плодородность, микробиологические, биохимические процессы в почве.

THE INFLUENCE OF ORGANIC FERTILIZERS ON DYNAMICS OF MOBILE FORMS OF NITROGEN

Gadjiyeva S. R., Rustamova U. N., Mamedova G. R.

A post influence of organic fertilizers such as manure, or vermicompost, or manure plus vermicompost on dynamics of mobile forms of nitrogen has been studied. In experimental plots a more amount of organogenic elements (nitrogen, phosphorous, potassium), more intensive N2-fixation and increasing amount of absorbed and dissolved forms of nitrogen have been detected. The most positive influence on the studied soil parameters has shown by the more complex fertilize system – “manure plus vermicompost”.

Key words: organic fertilizers, manure, vermicompost, dynamics of mobile forms of nitrogen in soil, soil fertility, microbiological, biochemical processes in soil.

В современных экономических условиях для устойчивого развития сельскохозяйственного производства необходимы эффективное использование пахотных земель, сохранение плодородия почв, сбалансированное использование почвенно-климатических ресурсов и биологических факторов интенсификации растениеводства. Одним из основных приемов сохранения и повышения плодородия почв является внесение в них органических удобрений. Особенно большую роль органические удобрения играют в поддержании определенного количества гумуса в составе почв [1, 2].

Без применения органических удобрений невозможно добиться бездефицитного баланса гумуса почв. От содержания гумуса зависят пищевой режим и физико-химические свойства почв [1]. Лучшие результаты по содержанию гумуса в почве были получены в варианте с добавлением навоза и минерального азота. Внесение только минерального азота не оказывало существенного влияния на количество гумуса в образцах почв. О том, что минеральные удобрения не увеличивают количество гумуса в почве, отмечалось в работе [2]. В отличие от азотных удобрений, которые не имеют последействия, навоз обычно вызывает повышение урожая в течение 2–3 лет. При внесении органического вещества в почву наблюдается повышение как общей численности микроорганизмов, так и отдельных групп (нитрофицирующих, целлюлозоразлагающих, аммонифицирующих, актиномицетов) [3].

В настоящее время интенсивно ведутся работы по определению оптимальных доз и соотношения удобрений различных классов, способов и частоты их внесения для получения высоких урожаев [3]. Очевидно, что для каждого типа почв и определенных географических условий необходимо изучение действия и последействия удобрений на агрохимические свойства почвы с целью установления эффективности применяемых удобрений и определения доз их внесения [6].

Изучение динамики питательных веществ в зависимости от способа внесения минеральных удобрений при выращивании помидоров имеет большое значение. Как показали исследования, плодородность почв зависит от содержания подвижных веществ [4, 5]. Внесение минеральных удобрений увеличивает плодородность почв, значительно улучшает микробиологические, биологические и биохимические процессы в почве. При совместном внесении органических (например навоза) и минеральных удобрений происходит минерализация навоза, постепенный переход в растворимое состояние его питательных веществ, которые становятся доступными для растений. В результате растения, хорошо развиваясь, дают высокий урожай [6].

Нами изучено воздействие органических удобрений, в качестве которых применяли навоз, вермикомпост, а также комплексную систему удобрений «навоз + вермикомпост» на динамику подвижных форм азота. Результаты представлены в таблице.

Как видно из таблицы, в последнем варианте при содержании $N\text{-}NH_4$ в почве 29,46 мг/кг, а N-NO3 – 13,62 мг/кг, их количество в последнем сборе резко уменьшается. В четвертом варианте содержание $N\text{-}NH_4$ уменьшается с 26,40 до 15,65 , а содержание $N\text{-}NO_3$ – с 12,48 до 7,04. И, наконец, в третьем варианте содержание $N\text{-}NH_4$ уменьшается с 23,32 до 13,74, а содержание $N\text{-}NO_3$ – с 10,82 до 6,62. Этот процесс объясняется в основном интенсивным поглощением питательных веществ растениями, и, в зависимости от вариантов, потерями в той или иной степени, от вымываний.

Таблица – Динамика подвижных форм азота подверженных деградации серо-бурых почв, мг/кг

Варианты	Глубина, см	Стадии развития растений (2013 г.)											
		Цветение			Созревание			Первичный сбор			Последний сбор		
		Поглощенный N/NH_4	Растворенный N/NH_4	N/NO_3	Поглощенный N/NH_4	Растворенный N/NH_4	N/NO_3	Поглощенный N/NH_4	Растворенный N/NH_4	N/NO_3	Поглощенный N/NH_4	Растворенный N/NH_4	N/NO_3
1 Контрольный (без удобрений)	0–20	16,18	7,42	5,68	14,56	6,83	5,03	12,32	6,24	4,14	10,48	5,36	3,56
	20–40	11,65	6,16	3,86	10,78	5,26	3,68	9,63	4,48	3,02	7,54	3,18	2,37
2 $N_{60}P_{60}$ K_{60} (фон)	0–20	21,54	8,70	8,85	17,42	7,25	6,45	15,36	6,28	5,52	13,26	5,52	4,60
	20–40	17,45	6,42	7,54	14,10	5,16	5,84	12,08	4,27	4,76	10,32	3,58	3,40
3. Фон + 15 т/га навоза	0–20	23,32	10,82	9,96	18,68	8,68	7,80	16,46	7,34	6,16	13,74	6,62	5,62
	20–40	18,56	7,56	7,68	14,56	6,54	6,12	11,36	5,62	5,32	10,48	4,50	3,50
4. Фон + 5,0 т/га вермикомпоста	0–20	26,40	12,48	12,58	19,38	10,68	8,71	17,16	8,65	6,92	15,65	7,04	5,12
	20–40	20,08	8,43	9,36	15,42	8,87	5,25	13,30	8,62	4,42	11,56	10,62	3,84
5. Фон + 2,5 т/га вермикомпоста + 30 т/га навоза	0–20	29,46	13,62	14,82	23,84	12,74	9,48	20,62	11,10	8,68	17,46	9,36	6,84
	20–40	22,34	10,16	10,72	16,94	19,54	5,65	14,46	8,48	4,70	11,92	7,52	3,68

ЛИТЕРАТУРА

1. Мамедов Г. М. Действие минеральных удобрений на плодородие и содержание основных элементов питания лугово-коричневых почв Куба-Хачмазской зоны Азербайджана / Г. М. Мамедов, А. Б. Пашаев, С. М. Эюбова, В. И. Джафаров, Р. И. Османов // Материалы междунар. науч.-практ. конф. и IV съезда почвоведов. – Ч. 1. – Минск. – 2010. – С. 32–34

2. Минеев В. Г. Плодородие и биологическая активность дерново-подзолистой почвы при длительном применении удобрений и их последействие / В. Г. Минеев, Н. Ф. Гомонова, М. Ф. Овчинникова // Агрохимия. – 2004. – № 7. – С. 5–10.

3. Намжилов Н. Б. Влияние органических удобрений на восстановление плодородия дефлированных почв Бурятии / Н. Б. Намжилов, Г. Д. Чимитдоржиева, Ю. Б. Цыбенов // Почвоведение. – 2003. – № 6. – С. 21.

4. Салем М. Влияние удобрений на биологическую активность выщелоченного чернозема / М. Салем, Н. Ш. Гиниятов, Т. В. Багаева, С. К. Зарипова, И. Т. Храмов, Ф. К. Алимова // Ученые записки Казанского Государственного Университета, 2005. – Т. 147. – Кн. 2 – С. 172–179.

5. Yusifov M. A. Ekoloji təmiz tərəvəz- bostan və kartof məhsullarının yetişdirilməsi Ağazadə / M. A. F. H. Yusifov // – Bakı. – Qanun. – 2003. –63 s.

6. Zamanov P. B. və başqaları "Yerli üzvi gübrələrin torpaq münbitliyinə və kənd təsərrüfatı bitkilərinin məhsuldarlığına təsiri" Torpaqşünaslıq və Aqrokimya əsərlərinin toplusu, XVIII cild. – Bak,ı 2009. – S. 544–550.

УДК 631.816:631.862.1

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМ УДОБРЕНИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ УВЛАЖНЕНИЯ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ В 4-ПОЛЬНОМ СЕВООБОРОТЕ

Рутковская Люция Станиславовна, *кандидат сельскохозяйственных наук, РУНП «Гродненский зональный институт растениеводства НАН Беларуси»,* ***Республика Беларусь****, г. Щучин*

Щетко Андрей Иванович, *кандидат сельскохозяйственных наук, РУНП «Гродненский зональный институт растениеводства НАН Беларуси»,* ***Республика Беларусь****, г. Щучин, rutkovska@tut/by*

По данным исследований в длительном стационарном опыте выявлено, что при значении ГТК=0,7–1,0 органоминеральная система удобрений по действию на урожай превышала минеральную систему независимо от уровня удобренности. Данная зависимость сохранялась и при оптимальных условиях увлажнения. В слабозасушливых условиях продуктивность севооборота с органоминеральной системой составила 29,5–35,5 ц к. ед./га, с минеральной – 28,5–29,2 ц к. ед./га. При оптимальных условиях увлажнения продуктивность существенно возрастала и варьировала от 45,4 до 55,4 ц к. ед./га (органоминеральная) и от 42,0 до 43,9 ц к. ед./га (минеральная).

Ключевые слова: длительный стационарный опыт, органоминеральная, минеральная система удобрений, продуктивность, севооборот.

THE EFFECTIVENESS OF FERTILIZER SYSTEMS DEPENDING ON THE CONDITIONS OF HUMIDIFICATION OF VEGETATION PERIODS OF SOD-PODZOLIC SANDY LOAM SOIL IN A 4-FIELD CROP ROTATION

Rutkovskaya L. S., Shchetko A. I.

According to studies of long-term experience revealed that when the value HTC=0,7-1,0 organic-mineral system of fertilizers in the crop exceeded the mineral system, regardless of the level of fertilizer. This dependence was maintained even under optimal humidification conditions. In slightly arid conditions, the productivity of crop rotation with the organomineral system was 29,5-35,5 c. of feed units/ha, with the mineral system – 28,5–29,2 c. of feed units/ha. Under optimal humidification conditions, productivity increased significantly and varied from 45,4 to 55,4 c. of feed units/ha (organomineral) and from 42,0 to 43,9 c. of feed units/ha (mineral).

Keywords: long-term stationary experience, organomineral, mineral fertilizer system, productivity, crop rotation.

В последние годы возрастает актуальность исследований по оптимизации минерального питания растений в условиях ограниченного использования удобрений и постоянно меняющихся климатических условий, изучению длительности последействия удобрений, корректировке коэффициентов использования азота, фосфора, калия из удобрений, нормативов

окупаемости удобрений прибавкой урожая [2].

Необходимой информационной базой для проведения таких исследований являются длительные стационарные опыты. В них представляется возможным проследить за динамикой производительной способности почвы, воспроизводства плодородия почвы, включающего изменения агрохимических, физических и биологических свойств. Это позволяет на разных этапах давать обоснованные рекомендации в разные по погодным условиям годы. Одновременно полученная информация в таких опытах может служить основанием для прогнозирования и моделирования наиболее эффективных технологий и систем земледелия в перспективе [1, 3].

В связи с этим большое значение приобретает разработка системы удобрений, способствующей поддержанию производительной способности дерново-подзолистой супесчаной почвы с учетом условий увлажнения.

Цель исследований – установить эффективность систем удобрений в 4-польном севообороте в зависимости от условий увлажнения в вегетационные периоды.

Исследования проводились в длительном стационарном опыте, заложенном в 1961 г. на опытном поле института со следующим чередованием культур: овес, озимая рожь, картофель, ячмень. Почва опытного участка дерново-подзолистая среднеоподзоленная, развивающаяся на связной супеси, подстилаемой с глубины 0,65–0,85 м моренным суглинком. Пахотный горизонт почвы (перед закладкой опыта) характеризовался следующими агрохимическими показателями: рНКС1 4,50–4,54; содержание гумуса 0,94–1,07 %; Р2О5 38–50; К2О 62–74 мг/кг почвы; Нг 2,08–2,88 и S 2,48–2,58 мг-экв/100 г почвы. Общая площадь делянки 75 м2, учетная 50 м2, повторность четырехкратная.

Многолетние данные в длительном стационарном опыте свидетельствует о значительной зависимости уровня продуктивности культур и эффективности удобрений от погодных условий.

Анализ значений гидротермического коэффициента (ГТК) за время проведения исследований показывает, что только 19 % вегетационных периодов были оптимальными, 8 % характеризовались как засушливые годы, 30 % – слабозасушливые и 43 % – с повышенным количеством влаги.

В силу биологических особенностей ячмень, озимая рожь наиболее требовательны к погодным условиям в период май-июль, овес – июнь–первая половина июля, картофель – июнь-июль. Расчет же ГТК по месяцам показывает, что в мае оптимальные условия для роста и развития культур за годы исследований встречались только 6 лет, в июне – 7 лет, а июле – 4, августе – 4 года, что и вызвало изменчивость урожайности культур. В качестве показателя изменчивости урожайности использовался коэффициент вариации (V), равный отношению стандартного отклонения к среднему значению урожайности. Значительные колебания урожаев в опыте характерны для ячменя (V=28–37 %), озимой ржи (23–35 %), а возделывание данных культур в севообороте без удобрений вообще характеризует систему как неустойчивую (рисунок 1). Более выровненные урожаи получены для картофеля (14–20 %) и овса (11 %). Возделывание же культур в вариантах с даже невысокими средними дозами минеральных удобрений способствовало снижению зависимость урожая от погодных условий. Еще меньше была зависимость в вариантах с систематическим внесением органических и минеральных удобрений.

Следует отметить, что вариация урожайности зерновых культур значительно превышает вариацию урожайности картофеля. Если вариацию картофеля можно отнести к умеренной, то вариация зерновых культур является сильной.

Погодные условия оказывали значительное влияние и на эффективность систем удобрений, применяемых в длительном стационарном опыте. В условиях недостатка влаги (ГТК=0,7–1,0) органоминеральная система удобрений по действию на урожай превышала минеральную систему независимо от уровня удобренности (рисунок 2). Данная зависимость сохранялась и при оптимальных условиях увлажнения. В слабозасушливых условиях продуктивность севооборота с органоминеральной системой составила 29,5–35,5 ц к. ед./га, с

минеральной – 28,5–29,2 ц к. ед./га. При оптимальных условиях увлажнения продуктивность существенно возрастала и варьировала от 45,4 до 55,4 ц к. ед./га (органоминеральная) и от 42,0 до 43,9 ц к. ед./га (минеральная).

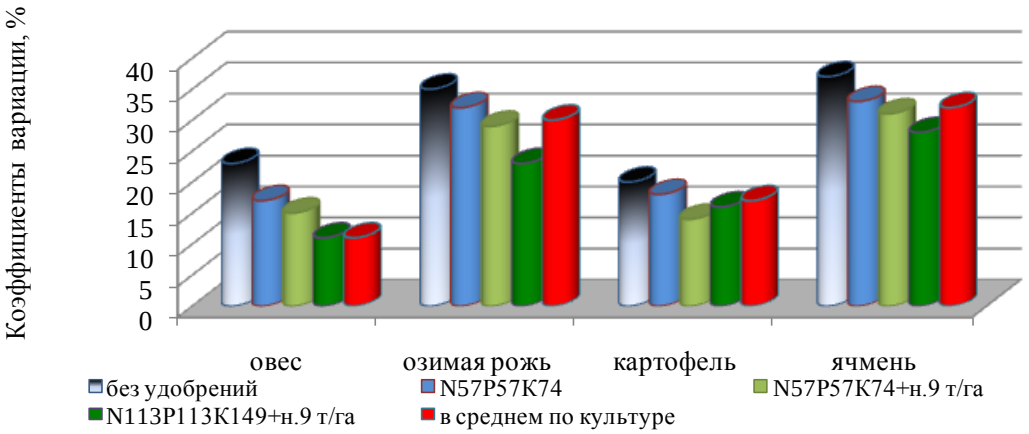
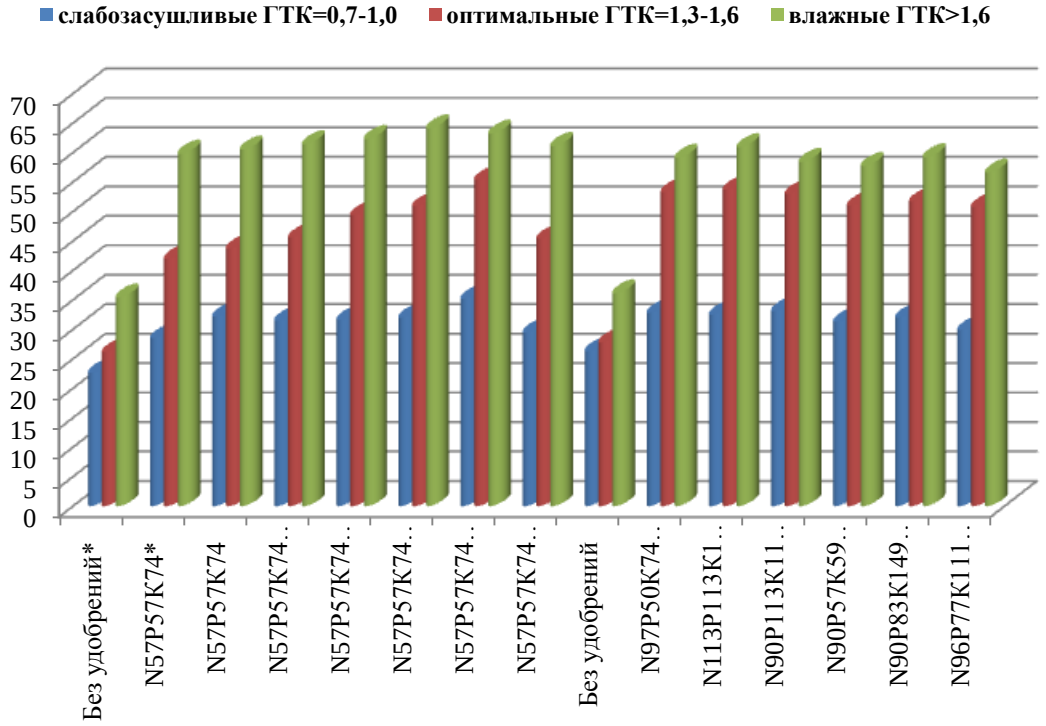


Рисунок 1 – Коэффициенты вариации урожайности культур в зависимости от систем удобрений четырехпольного севооборота

Необходимо отметить, что независимо от условий увлажнения увеличение среднегодовых доз органических удобрений с 4 до 31 т/га приводило к росту продуктивности севооборота на 0,1–9,8 ц к. ед./га. Однако внесение органических удобрений свыше 18 т при повышенном увлажнении приводит к замедлению темпов разложения навоза, что в конечном итоге снижает продуктивность севооборота на 0,9 ц к. ед./га.

Заключение. Применение удобрений снижает варьирование урожайности культур и обеспечивает их устойчивость по годам исследований.

Преимущество органоминеральной системы удобрений, по сравнению с минеральной системой наиболее отчетливо проявлялось в годы с недостаточным количеством осадков и при оптимальных условиях увлажнения.



Примечание: * – не проводилось известкование

Рисунок 2 – Среднегодовая продуктивность севооборота в зависимости от систем удобрений и условий увлажнения вегетационного периода

ЛИТЕРАТУРА

1. Вострухин Н. П. Длительные стационарные полевые опыты – неотъемлемая составляющая фундаментально-прикладных исследований в земледелии / Н. П. Вострухин // Вес. Нац. акад. навук Беларуси. Сер. агр. навук. – 2014. – № 4. – С. 38–45.

2. Лукин С. М. Агроэкологическое обоснование систем применения удобрений в севооборотах на дерново-подзолистых супесчаных и песчаных почвах : дис. … д-ра биол. наук: 06.01.04 / Лукин Сергей Михайлович. – Владимир, 2009. – 405 с. – 05200901606

3 Привалов Ф. И. Стационарному опыту по севооборотам 40 лет: основополагающие разработки для земледельческой науки и практики Беларуси / Ф. И. Привалов, А. Ч. Скируха // Вес. Нац. акад. навук Беларуси. Сер. агр. навук. – 2018. – № 1. – С. 38–50.

УДК: 628.381.1

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АКТИВНОГО ИЛА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВЫ И ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ АГРОЛАНДШАФТОВ

Дмитренко Владимир Никитович, *ФБГНУ Почвенный институт им. В. В. Докучаева,* ***Россия****, Москва, mister.dmitrenko2013@yandex.ru*

Щепотьев Валерий Николаевич, *кандидат с.-х. наук, ФБГНУ Почвенный институт им. В. В. Докучаева,* ***Россия****, Москва, v.shepotiev@yandex.ru*

Рассмотрено влияние применения активного ила из отходов пищевого производства в качестве удобрения на физические свойства серой лесной почвы. Установлено снижение плотности и твердости, увеличение пористости и фильтрации, повышение биологической активности почвы и урожайности кукурузы.

Ключевые слова: активный ил, физические свойства, удобрение.

USING ACTIVE SILT TO IMPROVE THE PHYSICAL CONDITION OF THE SOIL AND INCREASE THE PRODUCTIVITY OF AGRICULTURAL LANDSCAPES

Dmitrenko V. N., Shchepotiev V. N.

The influence of the use of activated sludge from food production waste as a fertilizer on the physical properties of gray forest soil is considered. A decrease in density and hardness, an increase in porosity and filtration, an increase in the biological activity of the soil and the yield of corn were found.

Key words: activated sludge, physical properties, fertilizer.

Стабильное функционирование и рациональное использования агроландшафтов определяется, с одной стороны направлением хозяйственной деятельности, а с другой, состоянием почвенного покрова территории и общей экологической обстановкой. С увеличением интенсивности сельскохозяйственного производства ухудшается состояние агроландшафтов, происходит деградация сельскохозяйственных земель и снижение их плодородия. В настоящее время в связи с ограниченностью природных ресурсов и ростом объемов промышленных отходов стали широко применяться технологии вторичного использования отходов, содержащих органические компоненты, в качестве удобрения почвы или мелиорантов для рекультивации нарушенных и деградированных земель.

Почвенным институтом им. В. В. Докучаева в течении ряда лет изучается возможность утилизации отходов пищевого производства в качестве органического удобрения для улучшения экологического состояния почвы. Целью работы является изучение возможности использования некомпостируемого активного ила (АИ) в качестве нетрадиционного удобрения для почв, находящихся в интенсивном сельскохозяйственном использовании и подверженных процессам деградации.

Объекты и методы. Для проведения исследований был заложен производственный опыт на поле с кадастровым № 50:33:0030288:29 «Девяткино», принадлежащем ЗАО «Малино». Почвенный покров представлен серой лесной тяжелосуглинистой почвой на покровных суглинках. В качестве удобрения использовался АИ из обезвоженных осадков сточных вод аэробного и анаэробного реакторов кондитерской фабрики.

АИ состоит из взвеси тонкодисперсных минеральных и органических веществ, содержащих макро- и микроэлементы, микроорганизмы и их активные ферменты. Соотношение твердых и жидких компонентов составляет 1 к 8. Удобрения внесены на поле весной, перед проведением основной обработки почвы под посев кукурузы. Варианты опыта: Контроль – без внесения АИ; 1) АИ в количестве 100 т/га; 2) АИ в количестве 200 т/га. Исследования проводили в 2 срока – весной, в момент закладки опыта, и осенью, после уборки урожая. Изучались следующие показатели: плотность сложения, твердость, пористость, влажность, водопроницаемость, структурный состав и урожайность. Биологическую активность почвы определяли по количеству ходов дождевых червей на единицу площади в изучаемых слоях.

Результаты и обсуждение. Результаты проведенных нами исследований показали, что общее состояние почвы соответствует довольно низкому уровню плодородия по физическим параметрам. К концу вегетации и уборки кукурузы плотность пахотного горизонта на контроле изменяется от 1,28 в слое 0–10 до 1,50 г/см^3 в слое 10–20 см, что значительно превышает оптимальный диапазон значений для почв лесостепной зоны. Это свидетельствует о наличии агрогенного уплотнения, вызванного воздействием сельскохозяйственной техники при проведении полевых работ. В подпахотном горизонте, на глубине 30–50 см, значения плотности имеют близкие величины и составляют 1,45–1,55 г/см^3. Наличие переуплотненных слоев в почвенном профиле приводит к ограничению распространения корней растений, подвижности влаги и воздуха, доступности питательных элементов.

Применение АИ в качестве удобрения привело к снижению плотности на 18–22 % в пахотном слое и на 8–16 % в подпахотных слоях. Различия по плотности между вариантами внесения АИ отмечаются только в подпахотных слоях. С увеличением количества АИ до 200 т/га, снижение плотности на 22 % происходит на всю глубину исследуемого профиля.

Изменения других физических свойств почвы тесно связаны с её плотностью. Высокая плотность на контроле ведет к низким значениям общей пористости, особенно пористости аэрации, которая снижается до критической величины 10–12 %. На вариантах с внесением АИ значения общей пористости увеличиваются на 12–14 % и составляют 48–58 %, а пористость аэрации возрастает от 17 до 25 %. Увеличение общей пористости до оптимальных значений улучшает условия действия водно-воздушного п пищевого режимов в почвенной толще.

Таблица – Физические свойства серой лесной почвы в опыте с применением активного ила

Вариант опыта	Слой почвы, см	Плотность г/см^3	Твердость кПа	Общая пористость,%	Пористость аэрации, %	К стр.	К фильтрации, мм/мин	Ходы червей, шт./0,1м^2
Контроль	0–10	1,28	178	52	10,9	0,47	0,62	5,6
	10–20	1,50	729	44	14,1	0,40		5,8
	20–30	1,49	319	44	13,0	0,90		7,0
	30–40	1,47	286	44	12,9	1,02		9,4
	40–50	1,49	142	44	13,8	-		5,8
Активный ил 100 т/га	0–10	1,11	69	58	9,1	1,20	0,96	9,0
	10– 20	1,36	290	49	13,9	0,46		8,8
	20–30	1,46	218	45	11,9	0,85		10,2
	30–40	1,41	275	44	13,9	2,03		12,2
	40–50	1,36	131	49	14,3			9,0
Активный ил 200 т/га	0–10	1,13	93	57	8,9	1,22	0,98	9,8
	10– 20	1,37	257	48	12,3	0,41		11,2
	20–30	1,40	191	47	11,3	0,85		12,4
	30–40	1,36	247	49	9,9	2,08		13,4
	40–50	1,41	124	47	12,8			9,2

Твердость почвы на контроле, при влажности 12–15 %, доходила до критических значений – 730 кПа в нижней части пахотного слоя. Применение АИ привело к снижению твердости переуплотненного слоя в 2–3 раза и сохранению стабильных оптимальных значений на уровне 220–260 кПа по всему профилю.

Структурный состав пахотного слоя контрольного варианта на 60–67 % состоит из глыбистых агрегатов. Коэффициент структурности, как отношение агрономически ценных агрегатов (10–0,25 мм) к сумме глыбистых (> 10 мм) и распыленных (0,25 мм), составляет 0,47. Это свидетельствует о низкой устойчивости почвы к уплотняющим воздействиям при низком содержании активного органического вещества. С внесением АИ структурный состав пахотного слоя 0–10 см существенно улучшается. Содержание глыбистых агрегатов снижается почти в 2 раза и составляет 36–37 %, а количество ценных агрегатов возрастает до 54–55 %, что обеспечивает хорошее агрегатное состояние пашни и оптимальное крошение при механической обработке.

Внесение АИ с компонентами органики приводит к увеличению численности микроорганизмов и является одним из источников питания для дождевых червей. Активность подвижных почвенных обитателей на вариантах с внесением АИ увеличивается в 1,5–2 раза и количество ходов составляет 120–130 шт./м^2 для 10 см слоя почвы. В результате их деятельности происходит активное перераспределение органического вещества по профилю почвы и создаются оптимальные условия протекания физических процессов.

Урожайность возделываемых культур, как интегральный показатель состояния и плодородия почвы, показал, что урожай зеленой массы кукурузы составил: на контроле – 483 ц/га; АИ (100 т/га) – 610; АИ (200) – 849. Увеличение урожайности в 1,4–2 раза свидетельствует об эффективности действия мелиорирующих свойств АИ на физическое состояние почвы. В целом использование АИ как органического удобрения оказывает многостороннее влияние. Снижаются плотность сложения в 1,2–1,4 раза; твердость, или сопротивление обработке, в 2–2,5 раза; глыбистость пашни в 2 раза. Увеличиваются общая пористость в 1,2 раза, пористость аэрации в 1,3 раза, водопроницаемость в 1,5–2 раза. Почти в 2 раза, возрастает активность дождевых червей.

Применение АИ в качестве органического удобрения не вызывает негативного воздействия на окружающую среду, позволяет восполнить дефицит органики и существенно улучшить физические, химические и биологические свойства почвы, оптимизировать условия жизни растений и почвенной биоты, сохранять и повышать устойчивость агроландшафтов.

УДК 633.1:631.46

ПОВЫШЕНИЕ АДАПТАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ В ЭРОЗИОННЫХ АГРОЛАНДШАФТАХ

Михайловская Наталья Алексеевна, *кандидат сельскохозяйственных наук, РУП «Институт почвоведения и агрохимии»,* ***Беларусь****, г. Минск*

Войтка Дмитрий Владимирович, *кандидат биологических наук, РУП «Институт защиты растений»,* ***Беларусь****, п. Прилуки*

Юзефович Елена Константиновна, *кандидат биологических наук, РУП «Институт защиты растений»,* ***Беларусь****, п. Прилуки*

Барашенко Тереса Брониславовна, *РУП «Институт почвоведения и агрохимии»,* ***Беларусь****, г. Минск*

Применение микробной композиции *A. brasilense* + *B. circulans* + *T. longibrachiatum* существенно повышает адаптационный потенциал зерновых культур при возделывании в условиях эрозионных агроландшафтов. Бактериальные компоненты стимулируют развитие корневой системы и улучшают минеральное питание растений. Гриб-антагонист *T. longibrachiatum* обеспечивает активный биологический контроль фитопатогенов. Аддитивное действие компонентов микробной композиции способствует повышению продуктивности зерновых культур в условиях стресса без повышения химической нагрузки на почвы эрозионных агроландшафтов.

Ключевые слова: эрозионный агроландшафт, азотфиксирующие и калиймобилизующие ризобактерии, гриб-антагонист, адаптация, биологический контроль

IMPROVEMENT OF ADAPTATION POTENTIAL OF GRAIN CROPS GROWING IN EROSION AGROLANDSCAPES

Mikhailouskaya N. A., Voitka D. V., Yuzefovitch E. K., Barashenko T. B.

Application of microbial composition A. *brasilense* + *B. circulans* + *T. longibrachiatum* significantly improves adaptation potential of grain crops growing in erosion agrolandscapes. Bacterial components stimulate plant roots development and improve crop nutrition. Antagonistic fungi *T. longibrachiatum* ensures effective biological control of pathogens. Additive action of microbial composition components results in the increase of grain crops productivity when growing in erosion agrolandscapes as well as the reduction of chemical press on soils.

Keywords: erosion agro landscape, N2-fixing and K-mobilizing rhizobacteria, antagonistic fungi, adaptation, biological control.

В Центральной и Северной почвенных провинциях Беларуси водная эрозия представляет серьезную экологическую проблему, обусловленную холмисто-грядовым рельефом, спецификой почвообразующих пород и достаточной увлажненностью территории [1]. С обрабатываемых склонов ежегодно выносится от 0,1 до 100 т/га почвы [2], что приводит к потерям органического вещества, минеральных компонентов почвы и прочно связанных с ними микробной биомассы и внеклеточных ферментов [3]. В зависимости от степени эрозионной деградации почв снижение урожайности зерновых культур достигает 12–40 % [1]. В эрозионных ландшафтах, где растения испытывают стресс и дефицит элементов питания, актуально повышение их адаптационного потенциала. Экологически обоснованным приемом активизации природных механизмов стимуляции роста, минерального питания и защиты растений является применение многокомпонентных микробных препаратов. Принимая во внимание значимость азотного, калийного питания и их синергетический эффект, целесообразно включение в состав микробной композиции азотфиксирующих и калиймобилизующих бактерий, а также грибов-антагонистов для активного биологического контроля фитопатогенов.

Для экологизации растениеводства в эрозионных агроландшафтах создана трехкомпонентная микробная композиция (МК), включающая *Azospirillum brasilense 2(в)3*, *Bacillus circulans К-81* и *Trichoderma longibrachiatum* L-7. Для оценки эффективности микробной композиции проведен *in vitro* эксперимент по изучению влияния азотфиксирующих и калиймобилизующих бактерий на развитие растений на ранних этапах онтогенеза.

В полевом стационаре «Стоковые площадки», заложенном по геоморфологическому профилю на эродированных дерново-подзолистых почвах, сформированных на мощных лессовидных суглинках, изучена эффективность МК на трех зерновых культурах. Агрохимические свойства пахотного слоя почвы: гумус, % (ГОСТ 26213-91) – 1,8–2,1; pH_{KCl} (ГОСТ 26483-85) –5,4–5,8; P_2O_5 и K_2O (ГОСТ 26207-91) 360–428 и 233–300 мг/кг. Обработку посевов яровой культуры проводили в фазе всходы – начало кущения, озимых культур – весной в фазе кущения. Соотношение компонентов в микробной композиции – 1:1:1, концентрация МК *A. brasilense* (1,0–2,0×10^9 КОЕ/мл) + *B. circulans* (1,0–2,0×10^9 КОЕ/мл) + *T. longibrachiatum* (1,1×10^9 КОЕ/мл) – 5,0 %. Учет распространенности и развития корневой гнили в посевах ячменя проводили в соответствии с методическими рекомендациями [6].

В лабораторном *in vitro* эксперименте установлен значительный стимулирующий эффект ризобактерий: инокуляция семян *A. brasilense* приводила к увеличению длины проростков на 21, суммарной длины корешков – на 44, числа корешков – на 9 %; за счет *B. circulans* длина проростков увеличилась на 20, суммарная длина корешков – на 36, число корешков – на 9 %. Совместное действие *A. brasilense* + *B. circulans* стимулировало длину проростка на 20, суммарную длину корешков – на 39, число корешков – на 10 % (таблица 1).

Таблица 1 – Биометрические показатели развития проростков при разных способах обработки семян

Вариант	Средняя длина проростка		Суммарная длина корешков 1 растения		Число корешков	
	мм	%	мм	%	шт.	%
Контроль	47,1	100	178,3	100	4,41	100
A. brasilense	57,2	121	257,5	144	4,80	109
B .circulans	56,4	120	242,1	136	4,80	109
A. brasilense + *B. circulans*	56,6	120	247,6	139	4,85	110
$НСР_{05}$	6,14		29,20		0,11	

В полевом опыте применение трехкомпонентной МК (*A. brasilense* + *B. circulans* + *T. longibrachiatum*) повышало урожайность зерновых культур на разных элементах склона. На неэродированной, слабо- и среднеэродированной почвах прибавки зерна ячменя ярового Стратус составили – 5,2 (9,3 %), 4,9 (9,2 %) и 2,5 (4,8 %) ц/га; ржи озимой Пламя – 3,8 (7,0 %), 3,8 (7,4 %) и 4,5 (9,8 %); тритикале озимого Динаро – 4,6 (7,2 %), 4,5 (7,4 %) и 4,7 (8,5 %). Микробная композиция оказывала антистрессовое действие (таблица 2). Как правило, эффективность микробной композиции повышалась в стрессовых условиях на эродированных почвах.

Проведена оценка влияния микробной композиции на пораженность посевов зерновых культур корневой гнилью. Установлено, что применение МК снижало патологический процесс и проявление болезни в течение всего периода вегетации. На вариантах с обработкой посевов ячменя МК развитие корневой гнили снижалось в 2,9, 2,8 и 2,6 раза, биологическая эффективность составила 74,0, 64,9 и 67, % ; посевов ржи озимой – в 2,6; 2,1 и 2,0 раза, БЭ – 61,2 , 52,5 и 50,2 % ; тритикале озимого – в 3,9, 3,1 и 2,7 раза, БЭ – 74,0 , 68,0 и 63,0 % на водоразделе, слабо- и среднеэродированной почвах соответственно (таблица 3). Данные указывают на высокий потенциал МК в качестве биологического фунгицида.

Таблица 2 – Влияние МБК на урожайность зерновых культур на эродированных дерново-подзолистых почвах на лессовидных суглинках («Стоковые площадки», 2017–2019 гг.)

Вариант	Урожайность, ц/га			Прибавка от инокуляции					
	1	2	3	1		2		3	
				ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%
Яровой ячмень Стратус ($N_{90+30}P_{50}K_{90}$) , 2017 г.									
Контроль	56,2	53,0	51,8	–	–	–	–	–	–
МБК	61,4	57,9	54,3	5,2	9,3	4,9	9,2	2,5	4,8
$НСР_{05}$ фактор А (почва) −1,79 фактор В (инокуляция) −2,82									
Озимая рожь Пламя ($N_{90+30}P_{50}K_{100}$), 2018 г.									
Контроль	54,0	51,3	46,1	–	–	–	–	–	–
МБК	57,8	55,1	50,6	3,8	7,0	3,8	7,4	4,5	9,8
$НСР_{05}$ фактор А (почва) −1,37 фактор В (инокуляция) −2,24									
Озимое тритикале Динаро ($N_{70+40}P_{50}K_{90}$), 2019									
Контроль	63,8	60,9	55,5	–	–	–	–	–	–
МБК	68,4	65,4	60,2	4,6	7,2	4,5	7,4	4,7	8,5
$НСР_{05}$ фактор А (почва) −1,55 фактор В (инокуляция) −2,56									
1– неэродированная, 2 – слабо-, 3 – среднеэродированная почва									

Таблица 3 – Влияние МК на развитие и распространенность корневой гнили в посевах зерновых культур на эродированных дерново-подзолистых почвах на лессовидных суглинках («Стоковые площадки», 2017 г.)

Вариант	Ячмень яровой			Рожь озимая			Тритикале озимое		
	P, %	R, %	БЭ	P, %	R, %	БЭ	P, %	R, %	БЭ
Неэродированная почва									
Контроль	76,0	20,3	–	73,3	18,3	–	35,0	18,1	–
МБК	24,0	7,0	69,5	28,3	7,1	61,2	13,8	4,7	74
Слабоэродированная									
Контроль	81,0	20,8	–	80,9	20,2	–	43,8	21,9	–
МБК	27,0	7,3	64,9	38,5	9,6	52,5	18,3	7,0	68
Среднеэродированная									
Контроль	84,0	22,8	–	85,3	21,3	–	42,5	21,9	–
МБК	26,0	8,8	61,4	42,4	10,6	50,2	22,5	8,1	63,0
P – развитие болезни (%), R – распространенность болезни (%), БЭ – биологическая эффективность (%)									
Фазы учета корневой гнили: ячмень – восковая спелость, рожь – молочная спелость, тритикале озимое – цветение									

Экспериментальные данные показали, что все компоненты МК прямо или косвенно повышают адаптационный потенциал зерновых культур при возделывании в условиях эрозионных агроландшафтов. Бактериальные компоненты МК оказывают прямое адаптационное действие, стимулируя развитие корневой системы растений [6] и улучшая мобилизацию азо-

та, фосфора и калия из атмосферы, почвы и удобрений [4, 6]. Грибной компонент МК способствует адаптации растений за счет эффективного биологического контроля фитопатогенов. Аддитивное действие компонентов микробной композиции обеспечивает полифункциональное положительное воздействие на продуктивный статус зерновых культур, что проявляется в повышении их урожайности. Разработанная микробная композиция является эффективным средством экологизаци возделывания зерновых культур в условиях эрозионных агроландшафтов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / НПЦ НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений; под ред. Ф. Буга. – Несвиж , 2007. – 508 с.
2. Михайловская Н. А. Количественная оценка активности калиймобилизующих бактерий и их эффективность на посевах озимой ржи / Н. А. Михайловская // Весцi НАН Беларусi. Сер. аграр. навук. – 2006. – № 3. – С. 41–46.
3. Михайловская Н. А. Активность фосфатмобилизации у ризобактерий / Н. А. Михайловская, О. Миканова, Т. Б. Барашенко, Т. В. Барашенко // Почвоведение и агрохимия. – 2007. – № 1(38). – С. 225–231.
4. Михайловская Н. А. Ферментативная активность эродированных дерново-подзолистых почв на мощных моренных суглинках / Н. А. Михайловская, А. Ф. Черныш, Т. В. Погирницкая, А. В. Юхновец // Почвоведение и агрохимия. – 2013. – № 2(51). – С. 123–133.
5. Черныш А. Ф. Экологически безопасное использование земель холмисто-моренных ландшафтов Белорусского Поозерья / А. Ф. Черныш, Ю. П. Качков, И. И. Касьяненко // Природные ресурсы. – 2003. – № 2. – С. 21–36.
6. Черныш А. Ф. Проектирование противоэрозионных комплексов и использование эрозионноопасных земель в разных ландшафтных зонах Беларуси / А. Ф. Черныш, В. В. Лапа, С. А. Касьянчик, А. В. Юхновец, А. М. Устинова, А. Э. Дубовик, Ю. А. Чижиков, М. Л. Мандрик, В. С. Аношко, Ю. П. Качков // Рекомендации / РУП Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси. – Минск, 2005. – 52 с.

УДК 633.11 «321»:631.526.32

ПОДБОР ОПТИМАЛЬНЫХ СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ПАВЛОДАРСКОЙ ОБЛАСТИ

Алтыбаева Асель Каирбековна, *магистр сельскохозяйственных наук, «Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова»,* ***Республика Казахстан****, г. Павлодар, assel.altybaeva@mail.ru*

Жаркова Сталина Владимировна, *доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет»,* ***Россия****, г. Барнаул, stalina_zharkova@mail.ru*

Какежанова Зибагуль Ермуратона, *магистр сельскохозяйственных наук, «Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова»,* ***Республика Казахстан****, г. Павлодар, zibagul.kakezhanova.2011@mail.ru*

Представлены результаты по урожайности яровой пшеницы в засушливых условиях на темно- и светло-каштановых почвах Павлодарской области. Работа была проведена в 2017-2019 гг. в двух различающихся по экологическим условиям зонам на территории Павлодарской области: Иртышской и Павлодарской зонах. В качестве объектов исследования были взяты сорта пшеницы яровой. Был рассмотрен основной показатель «урожайность», проведен его анализ по годам и по отношению к стандарту.

Ключевые слова: пшеница яровая, сорт, урожайность, пар, зерновые, темно-каштановые почвы, светло-каштановые почвы, засушливая зона, пластичность, экологическое сортоиспытание.

SELECTION OF OPTIMAL VARIETIES OF SPRING WHEAT IN THE DRY-STEPPE ZONE OF PAVLODAR REGION

Altybaeva A. K., Zharkova S. V., Kakezhanova Z. E.

The results on the yield of spring wheat in arid conditions on dark and light chestnut soils of the Pavlodar region are presented. The work was carried out in 2017–2019 in two zones that differ in environmental conditions on the territory of Pavlodar region: Irtysh and Pavlodar zones. As objects of research were taken varieties of spring wheat. The main indicator "yield" was considered, its analysis was carried out by year and in relation to the standard.

Keywords: spring wheat, variety, yield, steam, cereals, dark chestnut soils, light chestnut soils, arid zone, plasticity, ecological variety testing.

Селекционный прогресс на ближайшую перспективу связан с созданием сортов с повышенными адаптивными свойствами к стрессовым биотическим и абиотическим факторам [1]. Для этого нужны непрерывный поиск и широкое вовлечение в селекционный процесс разнообразия исходного материала. Эффективность проработки исходного материала, его информативность выше при комплексной оценке и изучении его в различных экологических условиях. Целенаправленный подбор сортов, хорошо приспособленных к почвенно-климатическим условиям зоны возделывания, является перспективным направлением стабилизации и повышения урожайности культуры без особых дополнительных затрат [2].

При большом разнообразии высокопродуктивных сортов возрастает значение выбора сорта пшеницы, наиболее приспособленного к агроклиматическим условиям региона. Большое значение в увеличении урожайности и валовых сборов зерновых культур, улучшении их качества имеет выведение и быстрое внедрение в производство новых высокопродуктивных сортов и гибридов, адаптированных к условиям производства. Важная роль в создании новых сортов отводится экологическому сортоиспытанию. Многолетние испытания селекционного материала позволяют создать сорта, наиболее адаптированные к определенным условиям [3,4].

Для сельскохозяйственного производства важно подобрать сорта, стабильные по урожайности и пригодные для возделывания в различных почвенно-климатических условиях региона [5]. Так, одним из важнейших факторов экологической приспособленности сорта является устойчивость к неблагоприятным условиям внешней среды. Контрастность условий по годам очень велика, и во многих случаях ее влияние на урожай значительно сильнее, чем действие зональных или территориальных особенностей [6].

Условия, объекты и методы исследований. Исследования были проведены в 2016–2019 гг. в двух различающихся по экологическим условиям зонам на территории Павлодарской области:

В качестве объектов исследования были взяты сорта пшеницы яровой.

В условиях Иртышской зоны и Павлодарской зон Павлодарской области (Казахстан) нами был заложен полевой опыт с целью выявления сортов с высокими хозяйственно биологическими показателями, пригодными для возделывания в зоне проведения исследований. Опыт был заложен по зерновым методом организованных повторений при трехкратной повторности. Закладку опыта и исследования проводили согласно: «Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур», «Методика полевого опыта» [7, 8].

Результаты исследований

По данным таблицы видно, что наиболее пластичными сортами в зоне темно-каштановых почв Иртышской зоны были сорта: Шортандинская 2015, Анель 16, Северянка, Самгау, Карагандинская 30, Шортандинская 2012, которые превышали сорт стандарт на 0,16–0,32 т/га, или на 21–42 %; самый высокий показатель был у сорта Анель 16, давшего прибавку к урожаю на 0,32 т/га, или на 42 %; средний урожай по годам составил 1,07; в 2017–2019 гг. урожайность была выше стандарта. Более низкую урожайность дали сорта: Северянка, Секе, Ертис 7: ниже сорта-стандарта на 0.18–0.06 т/га, или на 8–24 %.

По данным таблицы видно, что наиболее пластичными сортами в зоне светло-каштановых почв Павлодарской зоны были сорта: Омская 18, Секе, которые превышали сорт-стандарт на 0,08–0,09 т/га или на 8–9 %; самые высокие показатели дали сорта Секе и

Омская 18 с прибавкой к урожаю на 0,08–0,09 т/га или на 8–9 %. Более низкую урожайность дали сорта: Ертис 7, Дамсинская 90, Анель 16, Шортандинская 2012: урожайность меньше стандарта на 0,09–0,19 т/га или 9–18 %.

Таблица 1-Урожайность сортов пшеницы яровой, выращиваемой в условиях Иртышской зоны по зерновым.

№	Сорт	Урожайность, т/га				Отклонение от стандарта	
		2019	2018	2017	среднее	т/га	%
1.	Шортандинская 2012	0,56	1,05	1,28	0,96	+0,21	+ 28
2.	Карагандинская 30	0,54	0,96	1,23	0,91	+0,16	+ 21
3.	Ертис 97, стандарт	0,45	0,81	0,99	0,75	0	0
4.	Самгау	0,73	1,05	1,05	0,94	+0,19	+ 25
5.	Павлодарская Юбилейная	0,44	0,89	1,01	0,78	+0,03	+ 4
6.	Северянка	0,31	0,61	0,78	0,57	-0,18	- 24
7.	Шортандинская 2015	0,56	0,97	1,21	0,91	+0,16	+ 21
8.	Карагандинская 32	0,55	0,81	1,00	0,79	+0,04	+ 5
9.	Казахстанская 15	0,45	0,97	1,21	0,88	+0,13	+ 17
10.	Омская 18	0,45	0,92	1,03	0,8	+0,05	+ 7
11.	Секе	0,4	0,61	0,98	0,66	-0,09	- 12
12.	Ертис 7	0,39	0,71	0,96	0,69	-0,06	- 8
13.	Анель 16	0,52	1,29	1,39	1,07	+0,32	+ 42
14.	Дамсинская 90	0,5	0,95	0,9	0,78	+0,03	+ 4
15.	Омская степная	0,49	0,96	0,94	0,80	+0,05	+ 7
	НСР 0,95	0,02	0,05	0,02			
	Cv	1,95	8,9	6,5			

Таблица 2 – Урожайность сортов пшеницы яровой в условиях Павлодарской зоны

Сорт	Урожайность, т/га				Отклонение от стандарта	
	2019	2018	2017	среднее	т/га	%
Шортандинская 2012	1,05	1,26	0,66	0,96	-0,09	- 9
Карагандинская 30	1,15	1,26	0,74	1,05	0	0
Ертис 97, стандарт	0,98	1,55	0,63	1,05	0	0
Самгау	0,92	1,67	0,74	1,11	+0,06	+ 6
Павлодарская Юбилейная	1,02	1,51	0,72	1,08	+ 0,03	+ 3
Северянка	1,06	1,3	0,77	1,04	- 0,01	- 1
Шортандинская 2015	1,04	1,46	0,76	1,09	+ 0,04	+ 4
Карагандинская 32	1,05	1,66	0,59	1,1	+0,05	+ 5
Казахстанская 15	1,04	1,61	0,69	1,11	+0,06	+6
Омская 18	1,02	1,58	0,8	1,13	+0,08	+ 8
Секе	1,03	1,39	1,0	1,14	+ 0,09	+ 9
Ертис 7	1,05	0,77	0,77	0,86	-0,19	-18
Анель 16	1,13	0,83	0,83	0,93	- 0,12	-11
Дамсинская 90	1,05	0,9	0,72	0,89	- 0,16	- 15
Омская степная	1,03	1,22	0,74	1,0	- 0,05	- 5
НСР 0,95	0,11	0,11	0,08			
Cv	6	7,3	0,76			

Выводы. Сорта яровой пшеницы в различных экологических условиях дали разные данные по показателю «урожайность». По Иртышской зоне на темно-каштановых почвах по зерновым выделились сорта Шортандинская 2012, Анель 16, Омская степная, дав прибавку к урожаю до 42 %, эти сорта наиболее отзывчивы на плодородие почвы, в Павлодарской зоне эти сорта дали урожай на уровне стандарта. По Павлодарской зоне на светло-каштановых почвах сильных колебаний по урожайности не было.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Жученко А. А. Эколого-генетическая проблема селекции растений / А. А. Жученко // Сельскохозяйственная биология. – 1990. – № 3. – С. 3–23.

2. Мелехина Т. С. Урожайность и адаптивность сортов озимой пшеницы в условиях юго-востока Западной Сибири / Т. С. Мелехина, Л. Г. Пинчук // Вестник АГАУ. – 2015. – № 6 (128). – С. 5–8.

3. Дёмкин П. П. Об идентификации сортов зерновых культур и их семеноводстве / П. П. Дёмкин, В. П. Дёмкин // Селекция и семеноводство. – 1996. – № 1–2. – С. 33–35.

4. Андреева З. В. Экологическая пластичность урожайности зерна и генетический потенциал мягкой яровой пшеницы в Западной Сибири: дис… д-ра биол. наук. – Новосибирск, 2001. – С. 10.

5. Жученко А. Стратегия адаптивной интенсификации сельскохозяйственного производства: роль науки в повышении эффективности растениеводства / А. Жученко, А. Урсул. – Кишинев : Штиинца, 1983. – 304 с.

6. Rosielle A. A. Theoretical aspects of selection for yield in stress and nonstress environments / A. A. Rosielle, J. Hamblin // Crop Sci. – 1981. – № 21(6). – P. 943–946.

7. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М. : Колос, 1979. – 416 с.

8. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М., 1985. – 269 с.

УДК 633.37:631.67

ПРОДУКТИВНОСТЬ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО ВТОРОГО И ТРЕТЬЕГО ГОДОВ ЖИЗНИ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТИ

Дрозд Дмитрий Андреевич, *УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», **Республика Беларусь**, г. Горки, drozd-dmitrii@mail.ru*

Алехина Юлия Витальевна, *кандидат сельскохозяйственных наук, УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», **Республика Беларусь**, г. Горки, alekhinauv@mail.ru*

Клевер луговой является одной из наиболее распространенных сельскохозяйственных культур, применяемых при заготовке кормов. При относительном малолетии клевера лугового в благоприятных условиях возможно получать зеленую массу и на третий год после посева.

Ключевые слова: Клевер луговой, урожайность сухой массы, орошение, сырьевой конвейер.

PRODUCTIVITY OF CLOVER SECOND AND THIRD YEARS OF LIVE IN DIFFERENT MOISTURE SUPPLY

Drozd D. A., Alekhina U. V.

Clover one of the most widely used agricultural culture applied on the feed preparation. In spite of relative youngest clover in finest conditions, we can receive green masses and on third year after sowing.

Keywords: clover, dry matter yield, irrigation, raw conveyor.

Заготовку качественного и питательного корма для крупного рогатого скота и других видов животных можно осуществлять из широкого спектра кормовых культур. Основное предпочтение при заготовке кормов отдают многолетним и однолетним бобовым травам, которые выращиваются как в составе травосмесей, так и в чистом виде. Многолетние бобовые травы позволяют заготавливать полноценный высококачественный корм, обогащая при этом почву симбиотическим азотом. Среди всех многолетних бобовых трав наибольшей распространенностью и универсальностью обладает клевер луговой. Сортовые семена клевера лугового не требуют применения скарификации и инокуляции, что облегчает возделывание клевера лугового в первый год жизни [4].

Из одновидовых посевов клевера лугового крайне сложно заготавливать качественное сено, его опасно использовать свежескошенным для кормления КРС, он трудно силосуется,

поэтому его рекомендуется использовать для заготовки сенажа. При заготовке корма из многолетних трав следует учитывать тот факт, что примерно через 7–10 дн после наступления фазы укосной спелости травостой начинает резко снижать питательность, что напрямую влияет на качество заготавливаемого корма [4]. Обойти данное ограничение позволяет организация сырьевого конвейера из одновидового посева клевера лугового различного по сортам и скороспелости. Организация подобного конвейера способна продлить сроки заготовки корма с 7–10 дней до 25 и более суток [5].

Закладка такого варианта сырьевого конвейера была осуществлена в 2017 г. на территории учебно-опытного оросительного комплекса «Тушково–1», который располагается на опытных полях УО «БГСХА». В эксперименте использованы различные по скороспелости сорта клевера лугового белорусской селекции: Цудоуны, Янтарный, Витебчанин и Мерея. Клевер был высеян под покровом ярового ячменя сорта Стратус с нормой семян 8 кг/га из расчета 100 % посевной годности на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. Глубина заделки семян 1,5 см, ширина междурядий 15 см [4]. Почвы опытного участка характеризовались следующими показателями: содержание обменного фосфора составило 320,0 мг/кг, подвижного калия 423,0 мг/га, pH 5,7. Водно-физические показатели почвы для расчетного слоя почвы 0–30 см составили: плотность сложения почвы 1,40 г/см^3, наименьшая влагоемкость 23,82 % [1, 3].

Опыт заложен по следующей схеме:

Фактор А – Фон увлажнения:

1. Без орошения;
2. Нижний предел оптимальной влажности почвы 80 % от наименьшей влагоемкости;
3. Нижний предел оптимальной влажности почвы 70 % от наименьшей влагоемкости.

Фактор В – сорта:

1. Раннеспелый сорт Цудоуны;
2. Среднеранний сорт Янтарный;
3. Среднеспелый сорт Витебчанин;
4. Позднеспелый сорт Мерея.

Поддержание оптимальной влажности почвы осуществлялось дождевальной установкой барабанно-шлангового типа марки Irriland Raptor. Поливные нормы определены расчётным путем [2] на основании полевых данных, для фона 0,8НВ она составила 20 мм, а для фона 0,7НВ – 30 мм.

Травостои клевера лугового за вегетационный период 2018 г. сформировали 3 укоса зеленой массы (таблица). В период формирования первого укоса зеленой массы наблюдалось практически полное отсутствие атмосферных осадков и высокие среднесуточные температуры воздуха, что потребовало применения орошения на фонах 0,7НВ и 0,8НВ. За данный промежуток времени было выполнено по 3 полива на каждом из фонов опыта, что в значительной мере простимулировало темпы формирования сухого вещества на орошаемых фонах.

На формирование второго укоса зеленой массы повлияли обильные атмосферные осадки, которые наблюдались на протяжении двух месяцев. Постоянная насыщенность почвы влагой стимулировала ростовые процессы клеверов, и урожайность второго укоса у раннеспелых сортов практически достигала значений первого укоса. Травостои позднеспелых сортов были менее активны в период формирования второго укоса и их отавность была на уровне 50 % от сбора сухого вещества в первом укосе.

В процессе формирования третьего укоса атмосферные осадки не могли в полной мере компенсировать водопотребление клеверов и в начале сентября был выполнен последний полив на каждом из фонов опыта. Травостои клевера лугового сортов Цудоуны и Янтарный сформировали третий укос зеленой массы уже в конце августа, после чего начала наблюдаться сильная деградация и выпадение их из травостоя. Среднеспелый и позднеспелый сорта клевера лугового (за исключением сорта Мерея на контрольном фоне) сформировали третий укос зеленой массы в конце сентября – начале октября.

Таблица – Урожайность клевера лугового

Фон	Сорт	2018 год				2019 г.	± к контролю, т/га	
		1 укос	2 укос	3 укос	Всего		2018 г.	2019 г.
Контроль	Цудоуны	4,30	3,89	3,47	11,66	-		
	Мерея	7,18	4,39	-	11,57	4,52		
	Янтарный	5,46	4,79	4,34	14,58	-		
	Витебчанин	6,61	3,74	1,65	12,00	4,01		
0,8НВ	Цудоуны	5,35	4,87	4,15	14,37	-	2,71	
	Мерея	8,83	5,84	1,87	16,53	5,79	4,96	1,27
	Янтарный	8,04	5,46	5,22	18,71	-	4,13	
	Витебчанин	7,77	4,57	2,15	14,49	5,25	2,49	1,23
0,7НВ	Цудоуны	7,19	5,53	4,64	17,37	-	5,71	
	Мерея	10,33	7,59	2,33	20,25	6,93	8,68	2,41
	Янтарный	9,01	5,95	5,70	20,66	-	6,08	
	Витебчанин	9,17	4,82	2,67	17,84	6,64	5,84	2,63
$НСР_{05}^{A}$					0,20	0,09		
$НСР_{05}^{B}$					0,23	0,08		
$НСР_{05}^{AB}$					0,40	0,13		
Примечание: Фактор А – фон увлажнения, Фактор В – сорт клевера лугового								

В начале вегетационного периода 2019 г. установилась засушливая погода с полным отсутствием атмосферных осадков. Первые обильные атмосферные осадки выпали в середине мая, что отодвинуло полив середины мая на начало июня. Выпавшие атмосферные осадки оказались решающим фактором при формировании зеленой массы травостоями клеверов. Первый полив оказал влияние исключительно на травостой клевера лугового сорта Мерея, у которого фаза бутонизации–начала цветения наступила уже после выполнения полива.

После выполнения первого укоса зеленой массы, травостой клевера лугового третьего года жизни не смог полностью оправиться и был заглушен сорным разнотравьем, ростовые процессы которого активизировались в результате дождей, выпадавших с середины июня.

На протяжении 2018–2019 гг. тенденция образования максимальной урожайности сухого вещества от орошения наблюдалась на фоне 0,7НВ. Возделывание травостоев клевера лугового с применением орошения в 2018 г. позволило заготовить 17,37–20,66 т/га сухого вещества. Максимальная продуктивность наблюдалась у клевера лугового сорта Янтарный на всех фонах опыта, а минимальная – у сорта Цудоуны на орошаемых фонах и у сорта Мерея на фоне с естественным формированием влагозапасов. Среди двух сортов, возделывание которых осуществлялось в 2019 г., максимальной продуктивностью обладал клевер луговой сорта Мерея.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анилова Л. В. Практика по почвоведению : учебное пособие / Л. В. Анилова. – Оренбург : ОГУ, 2012. – 120 с.

2. Лихацевич, А. П. Дождевание сельскохозяйственных культур: Основы режима при неустойчивой естественной влагообеспеченности / А. П. Лихацевич. – Мн. : Бел. наука, 2005. – 278 с.

3. Мамонтов В. Г. Практикум по химии почв : учебное пособие / В. Г. Мамонтов, А. А. Гладков. – М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2015. – 272 с.

4. Технологии и техническое обеспечение производства высококачественных кормов : рекомендации / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию», РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», РНДУП «Институт мелиорации». – Минск : НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2013. – 74 с.

5. Шелюто Б. В. Зеленые и сырьевые конвейеры : монография / Б. В. Шелюто, В. Н. Шлапунов, А. А. Шелюто. – Минск : Экоперспектива, 2008. – 239 с.

УДК 633.174: 631.82:631.811.98(470.33)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СОРГОВЫХ КУЛЬТУР В АГРОЛАНДШАФТНЫХ УСЛОВИЯХ ЮГО-ЗАПАДА НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ

Дронов Александр Викторович, *доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФБГОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»,* ***Россия,*** 243365, *Брянская область, Выгоничский район, с. Кокино,* dronov.bsgha@yandex.ru

В статье представлены результаты по совершенствованию отдельных элементов технологии возделывания сорговых кормовых культур в юго-западной части Нечернозёмной зоны. Целью данной работы являлось изучение эффективности комплексного применения регуляторов роста и минеральных удобрений на посевах сорго кормового в агроклиматических условиях Брянской области. В полевых опытах на серой лесной легкосуглинистой почве выявлено заметное влияние Альбита, Гумисол–М, азофоски, борофоски и аммиачной селитры на полевую всхожесть семян, развитие растений, кормовую продуктивность, качество надземной массы сорговых культур. Наибольшую урожайность 14,8–15,8 т сухой или 65–71 зелёной массы с 1 га формировали посевы сорго–суданковых гибридов Сабантуй F_1 и сортолинейного гибрида Солярис в варианте с подкормкой N_{90} на основном фоне 1 – азофоска $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Ключевые слова: сорговые культуры, регуляторы роста растений, минеральные удобрения, урожайность, сухое вещество, биохимический состав.

IMPROVEMENT OF MINERAL NUTRITION FOR TECHNOLOGY SORGHUM CROPS IN AGROLANDSCAPE CONDITIONS OF THE SOUTH–WEST OF NON– CHERNOZEM REGION

Dronov A. V.

The article presents results of improving individual elements of technology sorghum forage crops in the South–Western part of Non–Chernozem zone. The aim of this work was to study the effectiveness of complex application of growth regulators and mineral fertilizers on fodder sorghum crops in agro–climatic conditions of Bryansk region. In field experiments on gray forest light–loamy soil a noticeable effect of Albit, Humisol–M, azofoska, borofoska and ammonium nitrate on field seed germination, plant development, feed productivity and the quality of the aboveground mass of sorghum crops was revealed. The highest yield of 14.8–15.8 t of dry or 65–71 green mass from 1 ha was formed by crops of sorghum–sudan grass hybrids Sabantuy F_1 and sort linear hybrid Solaris in the variant with top dressing N_{90} on the main background of azofoska $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Keywords: sorghum crops, plant growth regulators, mineral fertilizers, productivity, dry matter, biochemical composition.

В настоящей статье рассмотрены результаты изучения эффективности регуляторов роста растений и минеральный удобрений при формировании высокопродуктивных посевов сорго кормового в агроландшафтных условиях юго-запада Нечерноземья России (на примере Брянской области). И в этой связи следует особо выделить авторитетное мнение ведущего учёного-эколога, профессора Кубанского ГАУ И.С. Белюченко, который в своих исследованиях, изложенных в монографии «Экологические основы аграрных ландшафтов, их устойчивость и стратегия развития», анализируя экологические проблемы современных агроландшафтов, приводит обоснование целого ряда стратегических направлений органичного их развития в России. В качестве основной стратегии развития и сохранения устойчивости агроландшафтов автором предлагается «органическое, или экологическое, земледелие» с целью получения экологически безопасной и качественно полезной продукции растениеводства [1].

В свою очередь, эффективность сельскохозяйственного производства сегодня в значительной мере определяется степенью использования передовых достижений науки, техники и технологий. Как следствие, отмечается, что его основой является научно-исследовательская и инновационная деятельность, направленная на получение, распространение и использование новых знаний и технических решений в сельском хозяйстве [6]. Среди всех инновационных достижений в сельском хозяйстве этим критериям больше всего

удовлетворяют регуляторы роста растений (РРР). Их применение способствует повышению урожайности и качества продукции, засухо- и морозоустойчивости, неспецифического иммунитета (иммунокоррекция) растений, улучшению вегетативного размножения и завязываемости плодов, ускорению созревания, а также предотвращению полегания полевых культур, снижению содержания нитратов, радионуклидов, тяжелых металлов. Важные факторы, которые дали дополнительный толчок к резкому росту рынка биостимуляторов – их органическое происхождение и экологичность. Поэтому в странах Европы, Юго-Восточной Азии и Америки основные составляющие этого рынка – синтетические регуляторы роста растений, препараты на основе гуминовых кислот, фульвокислот, аминокислот и экстракты на основе морских водорослей. Экономически выгодным и экологически целесообразным является применение регуляторов роста в баковых смесях совместно с инсектицидами, фунгицидами, гербицидами и внесением жидких удобрений.

Интерес к кормовому сорго объясняется его достаточно высокой и стабильной урожайностью, кормовыми достоинствами, высокой технологичностью возделывания в севооборотах, в том числе и в промежуточных посевах, ограниченной потребностью в интенсивных средствах химизации, многоплановом использовании в производстве травянистых кормов. Кормовые сорговые культуры, благодаря хорошей кустистости, быстрому отрастанию после скашивания, можно эффективно использовать в зелёном и сырьевом конвейерах, стабилизируя производство качественных и полноценных кормов [2, 3, 5].

Однако в научной литературе недостаточно полно раскрыты особенности формирования урожая и его качества с применением биологически активных веществ и регуляторов роста растений. Поэтому рассмотрение эффективности применения современных регуляторов роста при разработке и совершенствовании элементов возделывания сорговых кормовых культур представляется интересным как в научном, так и производственном плане.

Цель и методы исследования. Целью работы являлось изучение эффективности комплексного применения регуляторов роста и минеральных удобрений на посевах сорго кормового в агроклиматических условиях Брянской области. Экспериментальная работа проводилась на базе стационара опытного поля Брянского ГАУ, полевые и лабораторные исследования выполнены согласно Методическим указаниям по проведению полевых опытов с кормовыми культурами и Широкому унифицированному классификатору СЭВ возделываемых видов рода *Sorghum Moench* [4, 8]. Объектами исследований являлись перспективные гибриды сорго селекции ВНИИ сорго и сои «Славянское поле» (Ростовская область, г. Зерноград): Славянское приусадебное F_1 и Славянское поле 15 F_1, сорго-суданковые гибриды селекции ООО «Агроплазма» (Краснодарский край, г. Краснодар): Сабантуй F_1 и Солярис, перспективный гибрид сахарного сорго Порумбень 4 F_1 (Республика Молдова). В опыте применяли биопрепараты Альбит и Гумисол-М (доза 80 мл/т) для предпосевной обработки семян [7]. Под предпосевную обработку почвы комбинированным агрегатом вносили минеральные удобрения (фон 1 – азофоска и фон 2 – борофоска), в период вегетации (фаза кущения) – азотные подкормки аммиачной селитрой – N_{30}, N_{60}, N_{90}.

Результаты исследований. В среднем за три года исследований (2017–2019 гг.) при применении препарата Альбит полевая всхожесть семян на фоне минерального питания 1 – азофоска ($N_{60}P_{60}$ K_{60}) составляла 84,3%, что больше, чем на этом же фоне без применения препарата на 14,2 %. Выживаемость растении в этом варианте была выше контрольной на 12,5 %. В варианте с фоном минерального питания 2 – борофоска ($P_{60}K_{60}$) – полевая всхожесть превышала контрольную на 11,9 %, а выживаемость растений на 12,7%. При применении препарата Гумисол–М на фонах 1 и 2 минерального питания значения полевой всхожести и сохранности растений незначительно превышали контроль (без обработки).

Фенологические наблюдения показали, что применение РРР заметно сказалось на прохождении начальных критических фаз – так, использование Альбита и Гумисол-М сократило на 4 суток межфазный период кущения – выход в трубку. Отразилось применение этих препаратов и на продолжительности других межфазных периодов: выход в трубку – вымётывание сократился на 2–6 сут, а вымётывание – цветение на 1–4 сут. В целом вегетационный период при использовании Альбита сократился на 8 сут, при применении Гумисол-М по сравнению с контролем вегетация была меньше на 9 сут.

Как видно из данных таблицы 1, что в среднем за три года наибольшую урожайность 14,8–15,8 т сухой, или 65–71 зелёной, массы с 1 га сформировали посевы сорго-суданкового гибрида Сабантуй F_1 и сортолинейного гибрида Солярис в варианте с подкормкой N_{90} на основном фоне 1 – азофоска $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Таблица – Урожайность сухой массы гибридного сорго в зависимости от фона минерального питания (среднее за 2017–2019 гг.), т/га

Фон минерального питания (фактор А)	Культура, гибрид (фактор В)				
	Сахарное сорго		Сорго-суданковый гибрид		
	Славянское приусадебное F_1	Порумбень 4 F_1	Славянское поле 15 F_1	Сабантуй F_1	Солярис F_1
Без удобрений (контроль)	9,4	7,9	8,2	9,6	9,0
Азофоска $N_{60}P_{60}K_{60}$ – фон 1	10,1	8,8	9,7	10,7	9,9
фон 1+ N_{30}	11,0	10,7	11,4	12,9	11,2
фон 1+ N_{60}	12,6	11,8	12,5	14,1	13,0
фон 1+ N_{90}	13,7	12,6	13,1	15,8	14,8
Борофоска $P_{60}K_{60}$ – фон 2	10,2	10,8	10,3	11,9	10,1
фон 2+ N_{30}	11,6	11,1	11,7	13,7	11,4
фон 2+ N_{60}	12,4	11,5	11,9	14,6	13,8
фон 2+ N_{90}	13,1	11,9	12,2	15,2	14,3
$НСР_{05}$ фактор А 0,33–0,57; фактор В 0,29–0,34; $НСР_{05}$ для частных различий 0,90–1,42 по годам исследований					

На фоне 2 – борофоска с внесением азотных подкормок – высокой урожайностью отмечены агроценозы сорго сахарного Славянское приусадебное F_1 свыше 13,0 т/га, а также сорго–суданковых гибридов Сабантуй F_1 – 15,2 и Солярис – 14,3 т/га сухой массы. Внесение минеральных удобрений положительно сказалось на биохимическом составе, содержании водорастворимых сахаров в стеблях и питательной ценности корма.

Таким образом, на основании выполненных нами исследований рекомендуем проводить предпосевную обработку семян сорго биорегулятором роста Альбит (доза 80 мл/т). Наиболее эффективным приёмом повышения урожайности кормовой массы считать применение комплексного удобрения азофоски с азотными подкормками при возделывании перспективных генотипов гибридного сорго (Славянское приусадебное, Сабантуй, Солярис) в условиях серых лесных почв Брянской области.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белюченко И. С. Экологические основы аграрных ландшафтов, их устойчивость и стратегия развития: монография / И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2018. – 404 с.

2. Бельченко С. А. Сорговые кормовые культуры в организации зелёного и сырьевого конвейеров в Брянской области / С. А. Бельченко, А. В. Дронов, В. Е. Ториков, И. Н. Белоус // Кормопроизводство. – 2016. – № 12. – С. 17–20.

3. Дронов А. В. Изучение минерального питания кормового сорго / А. В. Дронов, В. В. Дьяченко, Р. Н. Светличный, Ю. М. Храмко // Агрохимический вестник. – 2012. – № 5. – С. 30–31.

4. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. – М. : ВИК, 1997. – 156 с.

5. Свист М. Е. Совершенствование элементов технологии возделывания сорговых культур на серых лесных почвах юго-западной части Центрального региона России: автореф. дисс…канд. с.-х. наук: 06.01.09 / М. Е. Свист. – Брянск : Брянская ГСХА, 2012. – 20 с.

6. Синяшин О. Г. Инновационные регуляторы роста растений в сельскохозяйственном производстве / О. Г. Синяшин, О. А. Шаповал, М. М. Шулаева // Плодородие. – 2016. – № 5. – С. 38–42.

7. Рекомендации по применению альбита и гумисол-М. – М. : РАСХН, 2007. – 2 с.

8. Якушевский Е. С. Широкий унифицированный классификатор СЭВ и международный классификатор СЭВ возделываемых видов рода *Sorghum Moench* / Е. С. Якушевский, С. Г. Варадинов, В. А. Корнейчук, Л. Баняи. – Л. : ВИР, 1982. – 36 с.

УДК 631.452

СОСТАВЛЕНИЕ БОНИТЕТНОЙ ШКАЛЫ ОРОШАЕМЫХ ПОЧВ САЛЬЯНСКОЙ СТЕПИ АЗЕРБАЙДЖАНА

Юсифова Махлуга Маил кызы, *кандидат биологических наук, Бакинский Государственный Университет,* ***Азербайджан****, г. Баку, mehluqe_yusifli@mail.ru*

Нуриева Кямаля Гулам кызы, *кандидат аграрных наук, Институт Почвоведения и Агрохимии НАН Азербайджана,* ***Азербайджан,*** *г. Баку, nuriyevakamala@rambler.ru*

Султанова Нигяр Али кызы, *кандидат биологических наук, Бакинский Славянский Университет,* ***Азербайджан,*** *г. Баку, nigarsultanova@mail.ru*

Главная задача качественной оценки земли – сравнительная оценка степени благоприятности почв и условий территории для возделывания различных сельскохозяйственных культур. В результате такой постановки вопроса создается объективная основа для решения вопросов рационального использования земель. Учитывая это, нами проведена качественная оценка основных орошаемых почв Сальянской степи Кура-Араксинской низменности республики, где в качестве критериев были выбраны запасы гумуса, азота, фосфора и суммы поглощенных оснований. Определено, что лугово-сероземные обыкновенные почвы обладают наиболее высоким уровнем плодородия, а аллювиально-луговые почвы наименее пригодны для возделывания сельхозкультур.

Ключевые слова: лугово-сероземные почвы, показатели плодородия, бонитетная шкала.

DRAWING UP OF THE BONITET SCALE OF IRRIGATED SOILS OF THE SALYAN STEPPE OF AZERBAIJAN

Yusifova M. M., Nuriyeva K. G., Sultanova N. A.

The main task of a qualitative assessment of the land is a comparative assessment of the degree of favorable soil and the conditions of the territory for the cultivation of various crops. As a result of this formulation of the question, an opportunity is created to provide an objective basis for resolving issues of rational land use. With this in mind, we carried out a qualitative assessment of the main irrigated soils of the Salyan steppe of the Kur-Araz lowland of the republic, where the reserves of humus, nitrogen, phosphorus and the amount of absorbed bases were selected as criteria. It was determined that meadow-gray ordinary soils have the highest level of fertility, and alluvial-meadow soils are less suitable for cultivating crops.

Key words: meadow gray soils, fertility indicators, bonitet scale.

Как известно, важнейшим качественным свойством почвы как главного средства производства в сельском хозяйстве является плодородие. При правильном и разумном ее использовании почвенное плодородие земель повышается. С этой стороны оценка земель есть обобщённое количественное определение уровня плодородия почвы, при которой конкретные величины показателей её свойств, определяющих плодородие, переводятся в относительные и затем в оценочные баллы [3].

Объектом наших исследований служат почвы Сальянской степи под хлопковыми агроценозами площадью 219626 га. Сальянская степь расположена в пределах юго-восточной части Кура-Араксинской низменности Азербайджана. Сальянская степь ограничена с северо-запада Ширванской, с юго-востока Муганской, занимая пространство между рекой Курой и береговой линии Каспия. Территория Сальянской степи представляет собой равнину и расположена ниже уровня моря [2].

На исследуемой территории распространены следующие типы и подтипы почв: лугово-сероземные (19170 га – 38,77 %), лугово-сероземные светлые (53153,84 га – 24,26 %), луговато-сероземные (815 га – 4,45 %), луговато-сероземные светлые (45,4350 га – 2,06 %), серо-бурые (41703 га – 18,93 %), аллювиально-луговые (1518,25 га – 0,70 %) и солончаки [1]

Хлопчатник, как важнейшая техническая культура, интенсивно выращивается на орошаемых почвах Кура-Араксинской низменности, в частности Сальянской степи. Как известно, хлопчатник является культурой, требовательной к почвенной среде, элементам минерального питания и факторам окружающей среды. Всесторонний анализ изучения данных закономерностей, величин антропогенной нагрузки на почвы позволяет прогнозировать уро-

жайность хлопчатника. Результатом данного анализа являются методы качественной оценки почвенного плодородия с целью получения высоких и стабильных урожаев хлопчатника [5]. Основными критериями при проведении качественной оценки почв являются их природные диагностические признаки и признаки, приобретённые в процессе длительного окультуривания, влияющие на урожайность хлопковых агроценозов. К числу основных диагностических признаков относятся: мощность гумусового горизонта, процентное содержание гумуса, ила и физической глины в почве, валовые запасы гумуса, азота, фосфора и калия в почве, механический состав, кислотность, сумма поглощённых оснований, степень насыщенности почвы основаниями и др. Выбор диагностических признаков производится по каждому земельно-оценочному району на основании всестороннего изучения почвенного покрова, данных об урожайности сельскохозяйственных культур и определения влияния отдельных факторов почвы на урожайность [4].

При оценке почв и земельных угодий устанавливаются основные критерии и генетико-производственные показатели. Применение математических методов начинается с вычисления основных физико-химических показателей по горизонтам почв 0–20, 0–50, 0–100 см. После этого переходим к вычислению запасов этих основных показателей по формуле:

$$Z = \left(d \cdot p \cdot v\right)/100 .$$

Z – запасы основных критериев, в частности гумуса, азота, фосфора и т. д., выраженных в тыс./га; d – объемный вес данного почвенного слоя; p – процентное содержание основных параметров; v – объем почвы данного слоя, выраженного в м^3/га.

В результате нами вычислены запасы гумуса, азота, фосфора, суммы поглощенных оснований под хлопчатником для 7 основных распространенных типов и подтипов почв Сальянской степи. При составлении основной бонитировочной шкалы нами принята стобальная или процентная система сравнения. Приняв запасы гумуса, азота, фосфора, суммы поглощенных оснований в слоях 0–20, 0–50, 0–100, мы произвели расчет по следующей формуле:

$$Б = M_ф/M_э \times 100,$$

где Б – балл бонитета почвенного показателя; $M_ф$ – фактическое значение почвенных свойств; $M_э$ – значение соответствующих показателей почвы, принятой за эталон.

Из приведенных показателей плодородия почв наивысшими значениями содержания гумуса, азота, фосфора, суммы поглощенных оснований характеризуются лугово-сероземные обыкновенные почвы. Эти почвы мы приняли за эталон, оценивая в 100 баллов бонитета (таблица 1). Приняв запасы основных критериев показателей плодородия серо-коричневых (каштановых) обыкновенных почв за 100, мы произвели расчет «относительного показателя» содержания этих веществ для других почв изучаемого региона. Для каждой из рассматриваемых почв суммированием полученных показателей по каждой глубине отдельно получаем «абсолютный показатель». Соответственно наивысшему «абсолютному показателю» рассчитываем проценты, которые в последующем действии расчетов суммируются и выводится средний балл оценки почв по её внутренним свойствам [4].

Таким образом, нами были определены баллы бонитета почв, распространенных на территории исследуемого района. Как видно из приведенных данных (таблица), наивысшим баллом характеризуются лугово-сероземные обыкновенные почвы – 100, обладающие наиболее высоким уровнем потенциального плодородия и наиболее продуктивными для произрастания хлопчатника. Луговато-сероземные обыкновенные и сероземы обыкновенные получили 85 баллов.

Данные почвы являются наилучшими по отношению к самым требовательным к почвенным условиям хлопковым агроценозам. Луговато-сероземные светлые оценены в 77 баллов, серо-бурые – 72, аллювиально-луговые – 70 как наименее пригодные для возделывания хлопка. Однако при комплексном использовании агротехнических, физико-химических, ме-

лиоративных средств и применении приемов севооборота на данных почвах возможно выращивание хлопка.

Таблица – Качественная оценка орошаемых почв Сальянской степи Азербайджана

Наименование почв	Гумус, т/га / балл			Азот, т/га / балл		Фосфор, т/га / балл		Сумма поглощенных основн. мг.экв.100гр.п / балл		Сумма баллов			Средний балл бонитета
	0–20	–50	0–100	0–20	0–50	0–20	0–50	0–20	0–50	0–20	0–50	0–100	
Лугово-сероземные обыкновенные	79 100	169 100	257 100	4,1 100	8.2 100	5,0 100	12,4 100	28,2 100	24,8 100	100	100	100	100
Луговато-сероземные обыкновенные	54 68	117 69	187 73	4,3 104	11,3 137	4,5 90	7,2 58	28,1 99	26,7 108	90	93	73	85
Серо-бурые	37 47	81 48	137 63	2,8 68	8,8 107	4,5 90	8,4 68	25,1 89	23,9 96	74	80	63	72
Аллювиально-луговые	39 49	90 53	117 85	2,1 51	3,1 38	4,5 90	8,4 63	20,7 73	19,8 80	66	60	85	70
Луговато-сероземные светлые	57 72	120 71	147 57	3,1 76	8,8 107	4,3 95	8,2 97	24,4 87	23,6 95	82	92	57	77
Сероземы обыкновенные	42 53	98 58	167 65	2,8 68	6,3 77	4,0 93	8,0 97	26,6 80	25,8 85	77	84	65	75
Сероземы обыкновенные светлые	58 73	132 78	214 83	4,6 112	6,8 82	3,9 97	7,9 98	22,6 80	21,2 85	90	85	83	86

Качественная оценка почвенных ресурсов изучаемого региона позволила выявить их специфику, проявляющуюся в многообразии почв, различном уровне их плодородия и степени пригодности для основных сельскохозяйственных культур, а также наметить на основе полученных результатов перспективу размещения других отраслей растениеводства с учетом негативных почвенных свойств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабаев М. П. Восстановление и сохранение плодородия орошаемых земель / М. П. Бабаев, Ф. Х. Исаев, С. Ф. Джафаров. – Баку : Наука, 2010. – 220 с.
2. Бабаев М. Восстановление затопленных земель / М. Бабаев, Н. Оруджова, М. Мустафаев и др. – Баку : НПМ «Образование», 2013. – 118 с
3. Карманов И. И. Современные аспекты оценки земель и плодородия почв / И. И. Карманов, Д. С. Булгаков, Л. А. Карманова, Е. И. Путилин // Почвоведение. – 2002. – № 7. – С. 850–857.
4. Мамедов Г. Ш. Государственный земельный кадастр Азербайджанской Республики: правовые, научные и практические проблемы / Г. Ш. Мамедов. – Баку : "Элм", 2003. – 371 с.
5. Мустафаева Н. А. Экологическая модель плодородия почв под хлопчатником Муганской степи : Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Баку, 2005. – 19 с.

УДК 631.42/631.46

ВЛИЯНИЕ СИМБИОТИЧЕСКОЙ АЗОТОФИКСАЦИИ НА ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ И РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ РАСТЕНИЙ

Теймуров Самир Агаларович, *кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан»,* ***Россия, Республика Дагестан,*** *г. Махачкала, samteim@rambler.ru*

Имашова Саният Нигматулаевна, *кандидат биологических наук, ФГБОУ ВО «Дагестанский ГАУ», кафедра экологии и защиты растений,* ***Россия, Республика Дагестан,*** *г. Махачкала*

Приведены результаты исследований симбиотической азотфиксации, которая обеспечивает повышение плодородия и наряду с применением средств химизации ведет к интенсификации и биологизации земледелия. Изучение роста и развития корней сельскохозяйственных культур при различных факторах их обитания способствует разрешению важной проблемы в растениеводстве – регулированию процессов жизнедеятельности растений через корневые системы.

Ключевые слова: биологизация, плодородие почв, симбиоз, корневая система, водно-физические свойства почв.

INFLUENCE OF SYMBIOTIC NITROGEN FIXATION ON SOIL FERTILITY AND REGULATION OF PLANT LIFE PROCESSES

Teymurov S. A., Imashova S. N.

The Results of research on symbiotic nitrogen fixation for increasing fertility, which, along with the use of chemicals, is the intensification of biologization of agriculture. The study of the growth and development of the roots of agricultural crops under various factors of their habitat contributes to the resolution of an important problem in crop production – the regulation of plant life processes through root systems.

Keywords: biologization, soil fertility, symbiosis, root system, water-physical properties of soils.

Введение. Решение проблемы азота в интенсивном земледелии при повышенных требованиях к экологической безопасности новых технологических систем требует разработки теоретических основ симбиотической азотфиксации. Долгое время бобово-ризобиальный симбиоз рассматривался как особенность клубеньковых бактерий проникать в корни бобовых, образовывать клубеньки и улучшать рост бобового растения за счет симбиотической азотфиксации. Теперь доказано, что в процессе формирования и функционирования бобово-ризобиального симбиоза растение-хозяин играет не менее важную, скорее ведущую роль, чем клетки бактерий. Это весьма важное положение, обязывающее создавать благоприятные условия для развития бобовых растений, что гарантирует хороший бобово-бактериальный симбиоз и активную фиксацию молекулярного азота.

Находящиеся в почве клубеньковые бактерии проникают в корень бобового растения и здесь начинают размножаться, образуя сплошной тяж бактерий, идущий через ряд клеток. Бактерии интенсивно делятся и заполняют клетки корня. Бобовое растение не остается инертным по отношению к проникшей бактерии, а реагирует усиленным делением клеток, разрастающихся в виде клубеньков или желваков. Клубеньковые бактерии приносят растению пользу, снабжая его азотом (рисунок 1).

Основа биологизации земледелия – это введение в севооборот зернобобовых кормовых культур. Бобовые растения совместно с бактериями играют громадную роль в балансе азота почвы. Благодаря наличию на их корнях клубеньков с большим количеством клубеньковых бактерий, они способны переводить азот воздуха в доступную для усвоения растениями форму. После отмирания бобовые растения увеличивают содержание азота в почве, и таким образом бобово-ризобиальный симбиоз перекачивает азот из атмосферы в почву. За счет фиксации атмосферного азота бобовые растения в симбиозе с бактериями могут накапливать в зависимости от биологических особенностей культуры от 100 до 300 кг/га связанного азота в год [4].

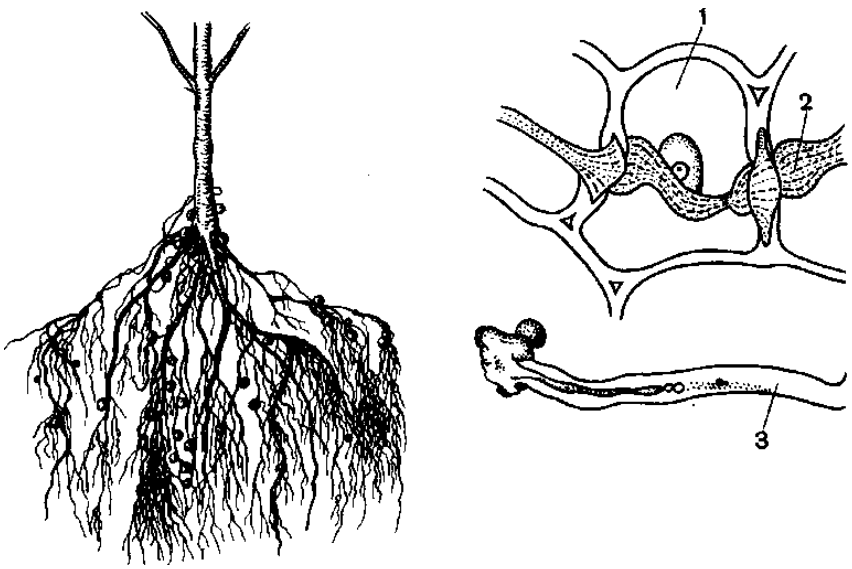


Рисунок 1 – Симбиоз клубеньковых растений.

Непрерывно накапливаясь и отмирая в толще экотопов, корни растений насыщают их органическим веществом, к тому же на поверхности корней образуется слизистый слой, который представляет собой превосходный материал, способствующий интенсивному развитию микроорганизмов. Под воздействием этих двух экологических факторов начинает интенсивно развиваться почвообразовательный процесс и накапливаются элементы почвенного плодородия [5].

В почве на клубеньке поселяются и размножаются микроорганизмы-симбионты, которые заменяют удобрения. Все клубеньковые – это микроаэрофилы. Им свойственна палочковидная/овальная форма. К способным переводить газообразный азот в усвояемую растениями растворимую форму относятся *Rizobium (Rizobiales).*

После заражения растения-продуценты усваивают азот из воздуха, преобразуя его в соединение, пригодное для питания не только паразита, но и для «хозяина». Симбиотические бактерии рода Ризобиум, проникнув в корень, перемещаются в его ткани, легко преодолевая межклеточное пространство группами или одиночными клетками (как у люпина). Чаще же клетки при размножении образуют инфекционные нити (тяжи, колонии). Их количество различается по типам растений, часто встречаются общие нити заражения, формирующие один клубенек.

Установлено достоверно, что в корневые волоски бобового растения проникают подвижные палочковидные клубеньковые бактерии. В тканях корня они быстро размножаются и переходят в форму так называемых бактероидов. Это крупные, округлые, грушевидные или ветвистые, изогнутые клетки, которые могут усиливать атмосферный азот. При этом каждая бобовая культура имеет свою группу клубеньковых бактерий, с которой она и осуществляет процесс азотфиксации. Например, в группу эспарцета входят бактерии *Rhizobium simplex.*

Изучение роста и развития корней сельскохозяйственных культур при различных факторах их обитания способствует разрешению важной проблемы в растениеводстве – регулированию процессов жизнедеятельности растений через корневые системы. Нами была поставлена задача изучить особенности развития корневой системы эспарцета в условиях опустынивания и ее влияние на плодородие почв.

Почвоулучшающая и почвозащитная значимость бобовых трав дополняется их большой ролью в укреплении кормовой базы для животноводства. Эспарцет и люцерна по питательности практически равноценны, но в условиях недостаточного увлажнения превосходство по урожайности принадлежит первому. В отличие от люцерны, эспарцет (при скармли-

вании скоту на пастбищах) не вызывает тимпанита. Кроме того, эспарцет представляет бóльший интерес и как медонос.

Рассматривая эспарцет как кормовую многолетнюю бобовую культуру в качестве основного восстановителя плодородия почвы, нашей целью было изучение развития корневой системы и накопления азота в пожнивно-корневых остатках без каких-либо удобрений. Программый исследований в аридных условиях предусматривали изучить:

- особенность водопотребления в посеве эспарцета песчаного по годам жизни;
- формирование и накопление корней в посевах эспарцета;
- водно-физические показатели почвы в посевах эспарцета;
- формирование клубеньков в посевах эспарцета;
- формирование симбиотического аппарата у эспарцета;
- симбиотическую деятельность растений и клубеньковых бактерий по методике Посыпанова [3];
- количество и массу клубеньков на корнях, в том числе активных (содержащих леглобин).

Биологическая особенность корневой системы эспарцета песчаного (Onobrýchis arenária сорт 1251). Мощная корневая часть эспарцета способна усваивать труднорастворимые минеральные части почвы, вследствие чего эта культура может быть использована для залужения малоплодородных эродированных земель. Корневая система эспарцета песчаного стержневая, главный корень 25–30 см ясно отличается от боковых корней, и в слое почвы 30–35 см образуются клубеньки в количестве 185–200 шт. на 1 растение. К осени клубеньки отмирают и обогащают почву азотом. Корневая система эспарцета песчаного сильно суберизирована [1]. Это связано с опробкованием клеток экзодермы корня вследствие синтеза в них суберина. Суберинизация корней свидетельствует о приспособленности растений к почвенной засухе. Благодаря этому эспарцет песчаный произрастает в экстремальных экологических условиях аридных зон [2].

Корень и корневая шейка эспарцета песчаного принимают активное участие в процессах метаболизма и онтогенеза. К концу третьего года жизни диаметр корневой шейки достигает 5,2 см, количество боковых корней составляет 12–14 шт, количество стеблей на корневой шейке 12–16 шт, а средняя сырая масса корней растения в слое почвы 0–60 см – 440 г.

Таким образом, мощная корневая система позволяет многолетним травам предотвращать водную и ветровую эрозию в ранневесенний и осенний периоды и при этом резко снижает вымывание питательных веществ из пахотного слоя в нижележащие горизонты [6]. Ценность, которую представляет фиксация азота бактериями, огромна: это не только восстанавливает почву, но и позволяет получать более богатые урожаи, чем на перегное или химических удобрениях. Происходит взаимодействие вещества и азотофиксатора: у *Rhizobium* (клубеньковые бактерии) – только в присутствии магния, серы, железа.

Решение основных задач осуществлялось проведением полевых опытов и опытно-производственных экспериментов, сопровождающихся наблюдениями и учетом. Экспериментальная часть работы выполнялась в Ногайском районе Республики Дагестан. Исследования проводились в соответствии с планом научно-исследовательских работ ФГБНУ «ФАНЦ РД» в 2016–2018 гг.

Объектами исследований являются Терско-Кумская низменность, деградированные и кормовые угодья на среднесуглинистых, супесчаных и песчаных почвах, культура эспарцет *Onobrychis arenaria* сорта Песчаный 1251. Район проведения опытов характеризуется жарким и сухим климатом. Среднегодовая температура воздуха по данным метеостанции Терекли-Мектеб составляет +12,2…+13 ^{o}C, январская – 3,0…–3,4 ^{o}C и июльская +26,3…+26,5 ^{o}C.

Главным ограничивающим фактором для развития растений и формирования урожая являются условия влагообеспеченности. В среднем за год выпадает от 296 до 300 мм осадков, а в отдельные годы и того меньше. Хотя наибольшее количество годовой суммы осадков (более 100 мм) выпадает летом, растительный покров в этот период испытывает сильный де-

фицит влаги из-за высоких температур воздуха, которые приводят к сильному испарению влаги из почвы. Гидротермический коэффициент летнего периода составляет 0,5, в августе – 0,4. В годы исследований, погодные условия не имели значительных климатических отклонений от характерного для зоны проявления воздушной и почвенной засухи, последствия которой очень часто снижают продуктивность сеяных и естественных фитоценозов.

Почва опытного участка – светло-каштановая, по механическому составу среднесуглинистая, содержание гумуса 1,43–1,47 %, содержание азота низкое (>10 мг/100 г почвы) – 3,10–3,12 мг, подвижного фосфора среднее (>1,5–3,0 мг/100 г почвы) – 1,51–1,54 мг и обменного калия среднее (20–30 мг/100 г почвы) – 23,1–23,5 мг/100 г почвы. Реакция почвенного раствора слабощелочная. Тип засоления хлоридно-сульфатный. Показатель плотности сложения почвы в пахотном слое (0–30 см) 1,25–1,27 т/м^3, Общая порозность пахотного слоя 48,3%, в слое 0…100 см – 43,9 %.

Обработка почвы проводилась по зональным рекомендациям и включала поверхностную обработку дисковыми орудиями с последующей вспашкой на 25–27 см. Наблюдения за динамикой плотности сложения проводились на посевах эспарцета в период возобновления вегетации (весна) и в конце вегетации (осень) в слоях 0…10, 10…20, 20…30 см.

Водопотребление в посевах эспарцета по годам жизни. Для аридной зоны с годовым количеством осадков за период исследований от 296 до 300 мм важное значение в формировании стабильных урожаев многолетних трав имеют запасы доступной влаги в метровом слое почвы. Показатели запасов доступной влаги в слое 0…100 см по годам жизни изменялись и достигали в 2015 г. 132,3, в 2016 г. 148,6–135,1, в 2017 г. – 146,5–125,4 мм, в 2018 г. – 136,0 мм.

Весенние запасы и осадки вегетационного периода в зоне исследований, где теплообеспеченность достаточно высокая (сумма среднесуточных температур выше +5°С достигает 4000–4100 °С), являются главным инерционным фактором, определяющим условия для формирования основного укоса. Однако фактически достигаемая урожайность фитомассы в экосистемах зависит также от того, как складываются климатические условия конкретного года или периода (количество и интенсивность осадков, температура и относительная влажность воздуха и др.) и от почвенных условий (водно-физических характеристик, обеспеченности питательными элементами, степени и типа засоленности и др.).

Формирование и накопление корней в посевах эспарцета. Наши наблюдения показали, что в формировании корневой системы эспарцета наблюдается периодичность, связанная с ростом главного корня. Так, в первый год в посеве наиболее интенсивно развивается главный корень, тогда как боковые корни в верхнем слое почвы образуются в незначительном количестве. На второй год у экспарцета первый ярус боковых корней залегает с глубины 10 см, второй – 20 и 25 см. Боковые корни верхнего яруса наиболее развиты.

В первый год жизни наибольшую корневую массу эспарцет накапливает в слое 0–25 см – 2,10 т/га, в слое 25–50 – 0,80 т/га. Во второй год жизни темпы прироста корневой массы были наиболее высокими и достигали: 3,55 т/га в слое 0–25 см и 2,45 т/га в слое 25–50 см. К концу третьего года жизни накопление корневой массы в слое 0…25 см составило 3,80 т/га и в слое 25…50 см – 2,00 т/га. За счёт пожнивно-корневых остатков под эспарцетом второго года остаётся на гектаре: азота – 114,0, фосфора – 28,8, калия – 33,0 кг. К концу третьего года содержание в пожнивно-корневых остатках азота было более высоким (120,1 кг/га), фосфора (29,3 кг/га), калия (39,8 кг/га).

Водно-физические показатели почвы в посевах эспарцета. В исследовании выявлены определённые закономерности в изменениях плотности сложения и процессах оструктуривания почвы по годам жизни и в зависимости от видового состава. Так, в первый год жизни положительные изменения в плотности сложения характерны для эспарцета (1,22 т/м^3). Во второй год жизни плотность сложения в пахотном слое (0…30 см) снижалась до 1,19 т/м^3 под эспарцетом. К третьему году плотность сложения под этой культурой несколько повысилась (1,22–1,24 т/м^3).

Выявлены положительные изменения в процессах оструктуривания почвы. Так, сумма агрономически ценных агрегатов (0,25…10,0 мм) к концу третьего года достигла под эспарцетом 71,1, при 64,4 % под посевами первого года. Отмечалось и повышение содержания водопрочных агрегатов (> 0,25 мм), которое составило к концу третьего года под эспарцетом 59,8 %, при коэффициентах структурности соответственно 2,31; 2,71.

Формирование клубеньков в посевах эспарцета. В опытах семена перед посевом не обрабатывали специализированными штаммами.

Появление первых клубеньков в посевах первого года отмечалось у эспарцета на 5–7-й день после всходов. В посевах второго и третьего года появление клубеньков отмечалось в начале отрастания, при температуре почвы 6…8 ºС.

Максимальное количество активных клубеньков отмечалось в первый год посева у эспарцета – 35–36 шт./раст. Во второй год жизни максимальное количество активных клубеньков достигало у эспарцета 53 шт./раст. В третий год образование активных клубеньков значительно снижалось (28 шт./раст.).

Формирование симбиотического аппарата у эспарцета. Предварительные исследования показали, что специфичные спонтанные клубеньковые бактерии в почвах Ногайского района присутствуют и представлены *Rhizobium simplex*. Наблюдения за развитием симбиотического аппарата на корнях эспарцета проводили при спонтанной инокуляции. Клубеньки на корнях эспарцета появляются на 9–11-й день после всходов. Формирование клубеньков отмечается вначале на главном корне, потом на боковых корнях первого порядка (таблица 1).

Таблица 1 – Развитие симбиотического аппарата у зернобобовых культур, 2016–2018 г.г.

Культуры	Содержание леггемоглобина в клубеньках, мг/г				Количество клубеньков, шт./раст.
	Весеннее отрастание	Стеблевание	Бутонизация	Отрастание после укоса	
Эспарцет	12,84	14,90	10,31	6,76	43,0

Активность клубеньков определяется по содержанию в них леггемоглобина. Согласно нашим определениям наибольшее содержание леггемоглобина отмечено в фазу стеблевания – 15,0 мг/г сырых клубеньков.

Корневая система у эспарцета (К-1251) стержневая, на глубине 40−60 см отходят четыре-пять боковых корней, несущих по два-три корня второго порядка. Мелкие корешки имеются лишь на боковых корнях, на стержневой части главного корня они почти отсутствуют. Корневая система эспарцета отличается высокой биологической активностью. Её корневые выделения, состоящие в основном из органических кислот, растворяют и используют труднодоступные фосфаты и известковые соединения.

Особенностью бобовых растений является их симбиоз с бактериями, которые усваивают азот из воздуха и переводят его в усвояемую для растений форму. В местах размножения бактерий на корнях образуются клубеньки. В наших исследованиях количество клубеньков на одном растении составило 185−200 шт., а их масса 2,1–3,1 г.

Уборку эспарцета начинали в начале цветения, заканчивали её не позднее массового цветения. При таком сроке уборки обеспечивается наивысший сбор сухого вещества и протеина. Высота среза — около 6 см от поверхности почвы (первый укос). Последний укос целесообразно срезать на высоте 8−10 см. При такой высоте в растениях остаётся больше пластических веществ, хорошо задерживается снег, что улучшает зимостойкость эспарцета и способствует лучшему его отрастанию весной. При сушке эспарцета необходимо добиваться уменьшения потерь листьев, которые содержат наибольшее количество белка, минеральных веществ, каротина и поэтому являются наиболее питательной частью.

В таблице 2 приведена аналитическая характеристика корневой системы эспарцета (К-1251) на глубине 0−60 см.

Анализ данных таблицы 2 показывает, что в первый год диаметр корневой шейки составлял 1,8 см, а в третий год он достигал 5,2 см, количество боковых корней увеличилось с

7–9 до 12–14 шт., количество стеблей на корневой шейке – с 7–9 до 18–25 шт., а общая масса сырых корней одного растения на глубине 0–60 см – с 255 до 440 г.

Таблица 2 – Характеристика корневой системы (К-1251) на глубине 60 см

Год	Диаметр корневой шейки главного корня, см	Количество боковых корней, шт.	Длина главного стержневого корня, см	Количество стеблей на корневой шейке, шт.	Масса сырых корней одного растения на глубине 0–60 см, г
2014 (1-й год)	1,8	7–9	40,5	7–9	255
2015 (2-й год)	4,2	9–11	62,3	12–16	370
2016 (3-й год)	5,2	12–14	65,4	18–25	440

Густота стояния растений определялась путём подсчёта количества растений на делянках. Выживаемость растений определялась подсчётом по годам в сравнении с количеством появившихся всходов в первый год жизни. В первый год вегетации подсчёт густоты стояния растений проводили ежемесячно, а в последующие годы — весной и осенью.

Результаты наблюдений показали, что мелкие корни эспарцета весьма динамичны — систематически появляются новые и отмирают старые корешки. Благодаря динамичности мелкой корневой системы этих культур анаэробные микроорганизмы, разлагающие органическое вещество, обеспечиваются энергетическим материалом, поэтому в почве под травами происходит постоянное накопление активного перегноя, питательных элементов и изменяются физические свойства почвы.

Возделывание эспарцета песчаного является весьма важным направлением экологизации и биологизации земледелия, резервом успешного решения проблемы производства высококачественных кормов и улучшения плодородия. Совершено очевидно, что увеличение площадей кормовых угодий под многолетними бобовыми травами, их смесями со злаковыми является наиболее дешевым и доступным способом обеспечения животноводства высококачественными кормами, повышения продуктивности пашни, сохранения и повышения плодородия почв.

Из всего этого следует высокая ценность кормовых бобовых как хороших предшественников в севооборотах, особенно в альтернативном или экологическом земледелии, потому что существует возможность:

- снизить в севообороте применение химических средств защиты растений;
- применить почвозащищающие способы безплужной обработки почвы после их выращивания;
- снизить внесение доз минеральных удобрений благодаря фиксации азота из воздуха клубеньковыми бактериями;
- уменьшить надземную часть растений с целью повышения эффективности механизированной уборки.

Эспарцет песчаный – перспективный для аридных зон многолетник из бобовых трав, который должен способствовать стабилизации и развитию кормопроизводства в засушливых зонах. Поэтому существует целесообразность интродукции и внедрения их посевов в сельскохозяйственное производство в дополнение к уже возделываемым традиционным кормовым культурам.

Велико и агротехническое значение эспарцета. Он служит хорошим предшественником для многих культур, особенно на малоплодородных почвах. Эспарцет лучше других бобовых обогащает почву азотом благодаря большему развитию клубеньков на его корнях. Кроме того, клубеньки эспарцета отличаются устойчивостью к высоким температурам и почвенной засухе, образование их продолжается до четвертого-пятого годов пользования.

Эспарцет как предшественник не засоряет посевы следующих за ним культур, так как после распашки коронка и корни быстро отмирают и разлагаются. Его используют при осво-

ении и улучшении склоновых земель, подверженных ветровой и водной эрозии. Урожаи эспарцета на таких землях выше по сравнению с другими бобовыми культурами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гамидов И. Р. Агроэкологические аспекты улучшения опустыненных Черных земель и Кизлярских пастбищ : монография / И. Р. Гамидов, С. А. Теймуров и др. – Махачкала: «Riso-Press», 2018. – С. 58–59.

2. Гасанов Г. Н. Технология улучшения и рационального использования природных сенокосов и пастбищ Западного Прикаспия Республики Дагестан / Г. Н. Гасанов, А. Б. Курбанов, А. М. Омаров. – Махачкала : ГНУ ДагНИИСХ Россельхозакадемии, 2008. – С. 14–15.

3. Посыпанов Г. С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха / Г. С. Посыпанов – М. : Агропромиздат, 1991. – 300 с.

4. Трепачев Е. П. О вкладе биологического азота бобовых в плодородие почвы / Е. П. Трепачев, Л. Д. Алейников // Биологический азот в сельском хозяйстве СССР / под ред. акад. Е. Н. Мишустина. – М. : Наука, 1989. – С. 8–15.

5. Узбек И. Х. Значение клубеньковых бактерий люцерны и эспарцета в толще техносистем / И. Х. Узбек, П. В. Волох, А. А. Мыцык // ДГАЭУ : Вісник. – №3 (37). – 2015. – 6 с.

6. Шорин П. М. Агротехнические основы предотвращения эрозионных процессов в субальпийском поясе Чеченской Республики / П. Н. Шорин, С. С. Какиева // Вестник межд. академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности. – СПб, 2008. – Т. 13. – № 3. – С. 144–146.

УДК 631.4.

ГОРНЫЕ ЛАНДШАФТЫ – ПУТИ И МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ПРОДУКТИВНОСТИ

Аличаев Мамалав Мансурович, *кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБНУ «ФАНЦ РД»,* ***Россия, Республика Дагестан,*** *г. Махачкала, niva1956@mail.ru*

Султанова Мезлума Гагаевна, ФГБНУ «ФАНЦ РД», ***Россия, Республика Дагестан,*** *г. Махачкала, niva1956@mail.ru*

Рассматриваются современные тренды развития процессов почвообразования и деградации почв. Большая пестрота почвенно-растительного покрова в вертикальной поясности обусловлена различием солярно-экспозиционного положения склонов. Интенсивное развитие почвенно-эрозионных процессов обусловлено как природными, так и антропогенными воздействиями на горные ландшафты.

Ключевые слова: тренд, экспозиция склонов, почвы, эрозия, плодородие, пастбища, ландшафт.

MOUNTAIN LANDSCAPES–WAYS AND METHODS OF INCREASING THEIR PRODUCTIVITY

Alishaev M. M., Sultanova M. G.

Modern trends in the development of soil formation and soil degradation processes are considered. The large diversity of the soil and vegetation cover in the vertical zone is due to the difference in the solar–exposure distribution of the slopes. Intensive development of soil erosion processes is caused by both natural and anthropogenic impacts on mountain landscapes.

Keywords; trend, slope exposure, soil, erosion, fertility, pasture, landscape.

При освоении природных ресурсов существенному преобразованию подвергаются территории горных районов. В этой связи в первую очередь необходимо учитывать, что характерной, отличительной чертой горных ландшафтов является их хрупкость и неустойчивость к различным видам антропогенного воздействия. Горные территории относятся к наиболее уязвимым экосистемам, которые в процессе нерационального использования земель подвер-

жены существенному преобразованию (развитию эрозионных процессов, деградации почвенно-растительного покрова и изменения биоразнообразия почв).

Горный Дагестан (1000–2500 м), территория которого ценится в основном за летние пастбища, представляет собой сильно расчлененную сложную складчатую систему, образованную рядами хребтов с отдельными вершинами до 3000 м н. ур. м. Более половины пастбищ расположено на эродированных склоновых землях. Однако именно эти пастбища среди естественных кормовых угодий являются наиболее ценными. На них от 100 до 130 дней выпасают большое количество поголовья крупного рогатого скота и овец.

Исследования проводились на основе общепринятых инструкций и указаний по проведению полевых почвенных [3, 4] и почвенно-эрозионных исследований [5, 6].

На развитие деградационных процессов в почвах здесь влияют в основном высота местности, направление склона и антропогенный фактор. Значение высоты местности определяется коэффициентом увлажнения (к. у.) , который повышается по мере поднятия от 1,0 до 2,0. Что касается направления, то склоны южной и близких к ней экспозиций более сухие, снежный покров на них держится недолго, а снеготаяние бурное [2]. По этой причине здесь растительность скудная и сильнее проявляются процессы денудации. По данным наблюдений за последние 50 лет, в почвах, находящихся в хозяйственном обороте, содержание гумуса уменьшилось на 0,5–1,2 %, а в некоторых случаях на 1,5–2 %. Ежегодный смыв почвы со всей площади в среднем составляет 12 млн т, вместе с которым за пределы выносится примерно 50 тыс. т гумуса.

Антропогенный фактор на пастбищах в основном связано с ненормированным выпасом скота, который приводит к выбитости, тропинчатости и изреживанию растительного покрова. Вследствие уменьшения проективного покрытия почвы растительностью до 20–30 % объем многолетней эрозии в 5–7 раз больше, чем при проективном покрытии 70–75 %. На современные процессы почвообразования воздействуют и глобальное потепление климата, и различия водно-теплового режима почв на склонах разных экспозиций в системе высотной поясности, и сильное развитие эрозионных процессов, обусловленных природными и антропогенными факторами.

По данным исследований, в настоящее время водной склоновой эрозией охвачено более 70 % пахотных земель, а потенциальная эрозионная опасность земельных угодий достигает 100 %. Вследствие многолетнего развития водной эрозии около 60 % площади исследованного территории представлено в разной степени смытыми почвами, т. е. в структуре почвенного покрова доминируют эродированные разности, продуктивность которых намного ниже продуктивности полнопрофильных почв.

Одним из отрицательных последствий эрозии является почвенная засуха, которая возникает в результате усиления физического испарения по мере возрастания эрозии почв. Связана она и с тем, что внутрипочвенный сток сократился и перешел в поверхностный из-за резких изменений водно-физических свойств почв и в растительном покрове.

В последние 30–35 лет повторяемость засух здесь составляет один раз в три года. Поэтому происходит уменьшение биологической продуктивности почв, обмеление рек, что приводит к снижению урожаев сельскохозяйственных культур. Последствия хозяйственной (т. е. бесхозяйственной) деятельности человека настолько велики, что ухудшение природной обстановки происходит буквально на глазах.

Для повышения общей биологической продуктивности почвенного покрова и зарегулирования речного стока, в котором так нуждаются хозяйственные объекты в низовьях рек, необходимо осуществить комплекс лесомелиоративных мероприятий, восстановить травостой пастбищ не только путем регулирования пастьбы, но и путем подсева трав. Заброшенные на горных склонах террасы и террасы-поля следует использовать под посевы кормовых культур, а в ряде мест целесообразно их залужение для предотвращения разрушительных процессов. В деле восстановления и повышения продуктивности пастбищных земель велико значение минеральных подкормок [1].

Согласно исследованиям историков, горные долины являются наиболее древним объектом поселения человека. Следовательно, они более длительное время подвергаются антропогенному воздействию. В отличие от других территорий, в горных долинах вследствие особого внимания человека сформировались окультуренные почвы; естественный почвообразовательный процесс получил в основном положительное продолжение. Однако в ряде мест, особенно прирусловой части, нередко наблюдается обвалы берегов рек, а также процессы кольматажа в результате поступления твердого стока с прилегающих склонов. Для защиты почвенного покрова горных долин от разрушительных процессов следует широко применять гидротехнические и лесомелиоративные приемы. Высокоплодородные долинные почвы нуждаются в применении органических и минеральных удобрений. Выращивать на них следует плодовые и овощные культуры.

Восстановление продуктивности ландшафта и воспроизводство плодородия почв могут быть достигнуты на основе территориальных комплексных схем охраны природы, в которых в качестве главного направления должно быть предусмотрено осуществление мер по предотвращению действия дальнейшей аридизации климата. Следует широко развивать террасное садоводство и виноградарство, что имеет противоэрозионное и водозадерживающее значение в районах развития водной склоновой эрозии почв.

Таким образом, земельный фонд обследованной территории большой и ценный, однако, он не везде рационально используется вследствие плохой организации территории. Нерационально используются пастбища и другие с.-х. угодья, что приводит чрезмерной сбитости отдельных участков, где почвенной покров, лишенный растительности, усиленно подвергается процессам смыва и полного разрушения.

В целях рационального использования земельных фондов рекомендуется проведение:

– правильной организации территории между хозяйствами и внутри их;

– более рациональное использование сенокосов пастбищ и полевых участков.

На летних пастбищах необходимы: регламентация выпасов и предоставление «отдыха» сбитым участкам до восстановления нормального травостоя.

На полях целесообразно введение севооборотов с травостоем; применение специальной агротехники, разработанной для горных условий – террасирование склонов, вспашка поперек склона, бороздование, ленточный посев культур и многолетних трав поперек склона; удобрение почвы и накопление в ней влаги в целях повышения почвенного плодородия и урожайности с.-х. культур. Если не принять срочные меры, то через 20–30 лет огромные площади превратятся в безжизненные обнаженные скалы, лишенные какой-нибудь растительности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баламирзоев М. А. Проблемы охраны и повышения плодородия почв горных территорий Дагестана / М. А. Баламирзоев, М. М. Аличаев // Тр. Всерос. науч. конф., посвященной 50-летию Дагестанского отделения ВОП им. В. В. Докучаева. – Махачкала, 2012. – С. 33–37.

2. Керимханов С. У. О влиянии экспозиции склонов на размещение почв в горном Дагестане / С. У. Керимханов // Почвоведение. – 1973. – № 2. – С. 3–10.

3. Общесоюзная инструкция по почвенным обследованиям и составление крупномасштабных карт землепользований. – М. : Колос, 1973. – 97 с.

4. Почвенная съемка (Руководство по полевым исследованиям и картированию почв). – М. : Изд. Ан СССР, 1957. – 345 с.

5. Соболев С. С. Развитие эрозионных процессов на территории Европейской части СССР и борьба с ними / С. С. Соболев. – Т. 1. – М.-Л. : Изд. АН СССР, 1948. – 305 с.; Т. 2. – М-Л. : Изд. АН СССР, 1960. – 248 с.

6. Соболев С. С. Защита почв от эрозии / С. С. Соболев. – М. : Сельхозиздат. – 1961. – 232 с.

7. Аличаев М. М., Казиев М-Р. А., Султанова М. Г. Почвенная карта. – 2018.

УДК 631. 15-044.377:332.3

СЕЛЬСКИЕ АГЛОМЕРАЦИИ КАК ПЕРСПЕКТИВНАЯ ФОРМА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕЛИОРИРУЕМЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ

Пилецкий Иван Васильевич, *кандидат технических наук, УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины,* ***Республика Беларусь,*** *г. Витебск, Ivan--V@List.ru*

Рассматривается возможность повышения эффективности мелиорируемых агроландшафтов в структуре сельских агломераций как организационной и управленческой основы сельских населенных мест по рациональному использованию трудовых, земельных, водных и других природных ресурсов.

Ключевые слова: мелиорация, земельные ресурсы, агроландшафт, агломерация, человек, природа, экономика.

RURAL AGGLOMERATIONS AS A PROMISING FORM OF USING RECLAIMED AGRICULTURAL LANDSCAPES

Piletsky I. V.

The possibility of improving the efficiency of reclaimed agricultural landscapes in the structure of rural agglomerations as the organizational and managerial basis of rural localities for the rational use of labor, land, water and other natural resources is considered.

Key words: land reclamation, land resources, agricultural landscape, agglomeration, people, nature, economy.

Перспективы дальнейшего технико-технологического совершенствования аграрно-промышленного комплекса (АПК) и на этой основе роста хозяйственно-экономического и социально-культурного потенциала сельских населенных мест и регионов настоятельно требуют адекватных, качественно новых форм и методов рационального использования земельных ресурсов. При этом в сфере земледелия, как указано в Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Беларуси на период до 2030 г., «Приоритетными будут мелиорация земель и комплекс мер по рациональному использованию почвенных ресурсов, сохранению их плодородия, введение в оборот неиспользованной пашни и других категорий сельскохозяйственных угодий, ренатурализация низкопродуктивных земель сельскохозяйственного назначения. Одновременно будут проводиться работы по наращиванию использования торфяно-болотных почв в сельскохозяйственных целях» [1].

Мелиорация земель, кроме освоения новых площадей и повышения плодородия почвы, оказывает существенное влияние на улучшение системы естественно-природных, агрокультурных и антропогенных ландшафтов, приводит к значительным позитивным переменам в хозяйственно-экономической и социально-культурной инфраструктуре сельских населенных мест и регионов. Об этом свидетельствует опыт проведения широкомасштабных комплексных мелиораций в Беларуси во второй половине XX в. Сегодня АПК страны производит объем сельскохозяйственной продукци, значительно превышающий потребности собственного населения.

В этой связи актуальность проблемы использования мелиорируемых агроландшафтов не вызывает сомнений, но, как представляется, не менее актуальной является и проблема самой мелиорации. Необходимо признать, что в силу целого ряда объективных и субъективных причин ее место и роль в системе АПК незаслуженно принижены. По этому поводу начальник Главполесьеводстроя И. В. Титов пишет: «Все мелиоративные мероприятия в регионе осуществлялись в соответствии с экономическими и социальными запросами общества. По мере роста потребности в сельскохозяйственной продукции повышалось и внимание государства к мелиорации земель, а когда этот интерес снижался – сворачивались и мелиоративные программы. Но, чем глубже и всестороннее изучалась проблема использования и охраны

земельных ресурсов, тем больше убеждались в необходимости комплексного решения всех аспектов природопользования и социально-экономического развития края» [2].

О низкой эффективности территориального ресурса аграрного сектора экономики в своих научно-практических исследованиях указывает и доктор экономических наук, профессор, директор КСУП «Маньковичи» Столинского района Брестской области А. В. Микулич. Он отмечает: «Актуальной задачей АПК на сегодня является преодоление административной, управленческой и хозяйственной разобщенности сельских территорий, усиление координации между регионами в обеспечении выровненного и согласованного развития» [3]. Еще больше обостряет эту проблему, на наш взгляд, тенденция зонально-территориальной специализации и концентрации сельскохозяйственных предприятий на массивах земельных ресурсов с одинаковыми природно-климатическими и почвенно-рельефными условиями. Их основу составляют акционерные общества, будущие холдинги и корпорации со своим местным сырьевым обеспечением, перерабатывающими мощностями, единым центром хозяйственно-административного управления и логистики.

Такие конгломераты не вписываются в рамки традиционного колхозно-савхозного принципа хозяйствования на земле. По большому счету, они нуждаются в качественно и функционально новых формах природопользования, компетенция которых распространялась бы на все субъекты землепользования независимо от типа собственности. Как показывают наши исследования, проведенные в Белорусском Поозерье Витебской области, наиболее приемлемой формой использования земельных ресурсов в ближайшей перспективе могут стать сельские агломерации [4, 6]. Их прототипом являются городские агломерации, под которыми, в соответствии нормами природопользования, понимается «Пространственно и функционально единая группировка поселений городского типа, составляющих общую социально-экономическую и экологическую систему» [7]. Мы считаем, что данное определение, с учетом специфических особенностей, можно применить и к сельским агломерациям. Под ними следует понимать: функционально-географическую группировку сельских населенных мест, антропогенных, агрокультурных и естественно-природных ландшафтов, обладающих единым или сходным природно-климатическим, хозяйственно-экономическим и социально-культурным потенциалам, обеспечивающим гармонизацию субъкт-объектных отношений в системе триады «Человек–Природа–Экономика», ее устойчивое функционирование и развитие.

Из данного определения следует, что концепция сельских агломераций основывается на трех фундаментально определяющих факторах, причинно-следственная связь, которых позволяет выстроить то архитектурно-контурное «здание» субъектов социально-экономической деятельности, в пределах которого они могут по своему усмотрению использовать все имеющиеся земельные, водные, лесные, биологические и другие природные ресурсы. А поскольку человек приходит в этот мир, чтобы творить благо, и в первую очередь осознано и грамотно, творчески и ответственно трудиться, то причину неэффективного использования средств производства, то есть агроландшафтов, он должен искать в самом себе. На сей счет говорил в свое время еще Великий Будда: «Мир вокруг нас – это наше зеркало» [8]. Эту фразу, относительно тематики данной статьи, можно записать так: культура обустройства природы – это зеркало ее пользователей.

Человек, в силу своего невежества, все еще считает себя хозяином природы, а не ее неотъемлемой живой частью. Об этом хорошо сказал известный русский политик, генерал-полковник, ученый Л. Г. Ивашов: «Человек сам по своей собственной воле отдалился от природы, возжелал властвовать над ней, нарушив ее законы, превратив среду своего обитания в источник чрезмерных доходов, удовольствий и войн» [9]. В некоторой мере, этот упрек относится и к нам, белорусам. Имея уникальные, обширные природные богатства, которыми восхищаются иностранные туристы, мы их не ценим. По этому поводу английский ученый-эколог Джеймс Ловлок говорит: «Повышение температуры в ближайшие десятилетия означает, что сельское хозяйство может стать невозможным в обширных районах мира, где люди

уже сегодня бедны и голодны. Запасы воды для миллионов и даже миллиардов людей могут закончиться» [10].

Такой неутешительный прогноз пока не угрожает Беларуси, даже в далекой перспективе, однако, учитывая опыт миграции жителей бедных стран, вынуждает принять меры по укреплению аграрного потенциала уже сегодня. И первым шагом на пути к нему может стать социально-экономическое районирование сельских территорий по принципу агломераций. По нашему мнению, они, по условиям личной принадлежности к такой форме хозяйствования на земле, статусу и мотивации труда человека, будут способствовать не только рациональному использованию агроландшафтов, в том числе и мелиорированных, но и природопользования в целом.

Критерием хозяйственного взаимодействия человека с природой в структуре сельских агломераций является экономика. В системе природопользования исследователь Т. С. Хачатуров выделяет две группы проблем: «Во-первых, как наиболее экономически эффективно использовать необходимые в производстве и потреблении ресурсы, и, во-вторых, каковы экономически наиболее целесообразные методы предотвращения или ликвидации загрязнения окружающей среды» [11]. Эти вопросы должны решаться с учетом развития производительных сил, прогресса науки и техники, изменения личных, общественных и производственных потребностей. Мы полагаем, что контроль, учет и необходимость удовлетворения этих потребностей лучше всего организовать в системе управления агломерациями.

Таким образом, решение научно-технических и экологических проблем мелиорации, ее вклад в экономику АПК хорошо просматривается в новых, достаточно обоснованных формах комплексного использования агроландшафтов. Одной из них могут быть сельскохозяйственные агломерации, антропогенно-природные и природно-антропогенные ландшафты которых уже сегодня весьма остро нуждаются в реконструкции осушительных систем и водохозяйственных объектов, создании качественно и функционально новых хозяйственно адаптированных комплексов. По своему целевому назначению они должны соответствовать современным требованиям гармоничного и устойчивого развития материальной и духовной культуры жителей конкретной сельской местности [5]. Причину не всегда эффективного использования мелиорированных агроландшафтов необходимо искать не в мелиорации, а в трудовых ресурсах и возможностях АПК. В постиндустриальный период его функционирования и постмодернисткого формирования человеческой культуры экономическая эффективность сельского хозяйства определяется не традиционным крестьянским трудом, а высококвалифицированными и творческими работниками с совершенно новым уровнем сознания, мышления, специальных знаний и профессиональных компетенций.

Это дает нам право считать, что сельские агломерации, как новая форма хозяйственной деятельности на земле, обеспечит гармонизацию личных, общественных и государственных интересов через индивидуально-коллективную, территориально-отраслевую и межхозяйственную специализацию, кооперацию и интеграцию землепользователей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года. – Минск. – 2014. – С. 56.

2. Титов И. В. Белорусское Полесье: стратегия и тактика комплексного освоения / И. В. Титов. – Минск : Беларусь, 2006. – С. 11.

3. Микулич А. В. Агропромышленный комплекс: состояние, перспективы, проблемы и пути их решения. Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси / А. В. Микулич. – Минск, 2012. – С. 25.

4. Пилецкий И. В. Оценка роли мелиорации в формировании культурного ландшафта Белорусского Поозерья / И. В. Пилецкий // Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта. – 1997. – №3 (5). – С. 90–93.

5. Пилецкий И. В. Население Витебской области : Учеб. пособие / И. В. Пилецкий. – Витебск : Издательство ВГУ им. П. М. Машерова, 2000. – 56 с.

6. Пилецкий И. В. Культурные ландшафты сельских агломераций и оптимизация землепользования : Монография / И. В. Пилецкий. – Витебск : ВГАВМ. – 2013. – 249 с.
7. Реймерс Н. Ф. Природопользование : Словарь-справочник / Н. Ф. Реймерс. – М. : Мысль, 1990.– С. 13.
8. Песина Т. И. Начала / Т. И. Песина, А. В. Шестакова // Сборник материалов. Кн. 1 – Минск : Изд-во «ВЭВЭР», 2003. – С. 56.
9. Ивашов Л. Г. Опрокинутый мир / Л. Г. Ивашов // Книжный мир. – 2016. – С. 37.
10. Экосистемы. Исследования. Результаты. – 2008. – № 2. – С. 9–12.
11. Хачатуров Т. С. Экономика природопользования / Т. С. Хачатуров. – М. : Наука, 1987. – С. 14.

УДК 630.54.631

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ ГЕЛЕЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Данилова Татьяна Николаевна, *кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБНУ Агрофизический научно-исследовательский институт,* ***Россия****, г. Санкт-Петербург, danilovatn@yandex.ru*
Аннабаева Алёна Васильевна, *аспирант, ФГБНУ Агрофизический научно-исследовательский институт,* ***Россия****, г. Санкт-Петербург, danilovatn@yandex.ru*

Применение влагонабухающих полимеров не является традиционным в сельском хозяйстве и может рассматриваться как один из инновационных подходов в современных агротехнологиях. В наблюдаемых условиях изменения климата ухудшается водообеспеченность посевов, поэтому применение влагонабухающих полимерных гидрогелей, способных обеспечивать пролонгирование оптимальных условий водного режима и минерального питания в период вегетации растений, является перспективным средством управления водообеспеченностью сельскохозяйственных культур.
Ключевые слова: гидрогель, продуктивная влага, инкрустация семян, водообеспечение, урожайность.

POSSIBILITIES OF APPLICATION OF POLYMERIC GELS TO INCREASE PRODUCTIVITY OF AGRICULTURAL CROPS

Danilova T. N., Annabaeva A. V.

The use of water-swellable polymers is not traditional in agriculture and can be considered as one of the innovative approaches in modern agricultural technologies. Under the observed conditions of climate change, the water supply of crops is deteriorating; therefore, the use of moisture-swelling polymer hydrogels capable of prolonging the optimal conditions of water regime and mineral nutrition during the growing season of plants is a promising means of managing the water supply of crops.
Keywords: hydrogel, productive moisture, seed inlay, water supply, productivity.

Полимерные гели представляют собой сильно набухшие в воде длинные полимерные цепи, сшитые друг с другом поперечными ковалентными связями (сшивками) в единую пространственную сетку. В основном для получения гранул гидрогеля используют сшитый полиакриламид. Такие гели способны поглощать и удерживать в себе огромное количество воды: до 2 кг на 1 г сухого вещества. При внесении гидрогеля в почву его частицы располагаются в поровом пространстве. В результате степень набухания геля (количество воды, поглощенное единицей массы) будет зависеть как от свойств самого геля, так и от почвенных условий. Поскольку при набухании не происходит прочного связывания воды с молекулой полимера, вода остается доступной для растений [3].

В аридных и полуаридных климатических зонах со значительными колебаниями температуры и влажности полимер является дополнительным источником влаги в корнеобитае-

мом слое, что дает возможность выращивать растения в неблагоприятных условиях водного дефицита. Размещенный в почвенном слое полимер обеспечивает удержание дополнительного запаса влаги за счет снижения потерь на гравитационный сток и физическое испарение, поскольку ее основная часть лежит в области биологически доступных потенциалов и она доступна растениям. Запас влаги, получаемый при внесении гидрогеля, может составлять от 10 до 30 мм и значительно пролонгировать влажность на весь вегетационный период. Прирост влажности почвы при добавках полимера при набухании 300 мл на 1 г составляет около 3 мм влаги, т. е. 30 т влаги на гектар при дозе внесения полимера порядка 100 кг/га. Максимальная эффективность полимера как мелиоранта обеспечивается уже при дозах 0,0002 %. Обработка семян озимой пшеницы полимером, из расчета 100–125 г/т, повышает полевую всхожесть с 14 до 30–40 % [2].

При определенных дозах полимера, внесенных в почву, значительно снижается плотность корнеобитаемого слоя, например для песка с 1,6 до 1,06 г/см^3, что создает дополнительную пористость и повышает влагоемкость почвы. Эксперименты, проводимые по определению влагоудерживающей способности гидрогеля, показали, что применение гидрогеля позволяет поддерживать достаточную влажность в корневой зоне песчаных почв [4, 5]. Исследования водоудерживающей способности отечественного гидрогеля «Ритин-10», проведенные в Агрофизическом НИИ, показали, что при добавлении в почвенные образцы геля, водоудерживающая способность почвы меняется: почва удерживает больше влаги, доступной для растений. Влагосодержание увеличивается с 13 до 20 % при внесении гидрогеля в дозе 100 кг/га, а в варианте с гидрогелем, внесенным в дозе 300 кг/га, – диапазон доступной влаги увеличивается с 17 до 22,3 % по сравнению с контрольным вариантом, где доступная влага составляет всего 8–10 % [2].

Полевые исследования гидрогеля «Ритин-10», проведенные Агрофизическим НИИ (г. Санкт-Петербург) и Ставропольским НИИСХ, подтверждают эффективность использования полимерного геля в сельскохозяйственном производстве. Данный гидрогель можно эффективно использовать при выращивании зерновых культур в том случае, если он вносится локально, путем инкрустации семян, из расчета обеспечения полного водопотребления в период прорастания семян, появления всходов и формирования корневой системы. Например, для ячменя в период формирования корневой системы требуется 12–15 мм, для пшеницы от всходов до кущения требуется – 36 мм влаги. При обеспечении всходов и развития корневой системы овощных культур (5–10 см) доступной влагой в количестве 1,5 мм для инкрустации семян необходимо 0,009 г гидрогеля «Ритин-10» на одиночное семя при норме высева 200–250 кг/га.

Повышение эффективности азотных удобрений обеспечивается снижением гравитационного стока воды, удерживаемой гелем. На орошаемых землях необходимо поддерживать влажность на уровне не менее 70–80 % наименьшей влагоемкости. Если влаги будет удержано, при внесении гидрогеля, в количестве 20–30 % полевой влагоемкости, то эффективность орошаемых земель значительно повысится. Применение гидрогеля «Ритин-10» на посевах зерновых культур может характеризоваться следующими цифрами: суммарное водообеспечение ячменя составляет 2781 м^3/га; при водопотреблении 1854 м^3/га, и урожайности 3 т/га экономится до 827 м^3/га воды. Общий расход влаги пшеницей, посеянной по чистому пару, составляет 17 мм, коэффициент водопотребления ячменя 12 мм, кукурузы – 8,2 мм. Расход влаги ячменем от всходов до выхода в трубку в некоторых районах составляет 0,8 мм в сутки, расход в фазе выход в трубку – колошение 5,1, а от колошения до молочной спелости – 2,2, от молочной до полной спелости – 1,9 мм/сут. Расход влаги под кукурузой от появления всходов до 7-го листа составил 1,1 мм, от 7 до 10-го листа – 2,1 мм, от появления 10-го листа до выметывания метелки – 4,1 мм, от выбрасывания метелки до образования початков – 1,3 мм/сут. Зная, что 1 г «Ритин-10» удерживает 300 г воды, дополнительно получаем 3 мм влаги. Очевидно, что внести «Ритин-10» в дозе, обеспечивающей весь период роста и развития растений, нереально, однако при наличии осадков он позволяет повысить коэффициент использования годовых осадков с 0,48 на песчаных почвах до 0,87 в циклах «полной отдачи влаги» – «полного впитывания». По оценкам внесения «Ритин-10» даже при набухании 200 мм в дозе 100 кг/га можно обеспечить как минимум 10 циклов набухания в вегетационный период и удержать дополнительно 210 м^3 влаги.

Потребность всех овощных растений в воде наибольшая при прорастании семян, поэтому инкрустация семян гидрогелем «Ритин-10» может обеспечить максимальную всхожесть уже при нанесении на следующие культуры:

- ✓ огурец – при норме высева 6–8 кг/га необходимо 0,02 г гидрогеля;
- ✓ салат кочанный – при норме высева 1,5–2 кг/га необходимо 0,005 г геля;
- ✓ капуста белокочанная – при норме высева 1,2 кг/га, необходимо 0,004 г геля;
- ✓ морковь – при норме высева 2–2,5 кг/га необходимо 0,006 г геля.

Исследования, проведенные в условиях Центрального Предкавказья (Ставропольский край), показали, что гидрогель в дозах 200–300 кг/га оказывает положительное влияние на накопление продуктивной влаги в почве, предохраняя ее от испарения. Запасы влаги в метровом слое на различных этапах развития озимой пшеницы на 4,2–10,5 % превышали величину этого показателя по сравнению с контролем. Улучшение водообеспеченности посевов способствовало повышению эффективности вносимых удобрений и повышению урожайности озимой пшеницы. Применение гидрогеля «Ритин-10» на посевах озимой пшеницы показало, что внесение гидрогеля в дозах 300–400 кг/га дает прибавку урожайности 8–17 ц/га при мелкой обработке и 23–37 % при отвальной вспашке. При этом повышается эффективность минеральных удобрений. Самая высокая отдача от полного минерального удобрения получена на фоне внесения гидрогеля в дозе 400 кг/га и составила 16,5 ц/га (мелкая обработка) и 18 ц/га (отвальная вспашка) [1].

Таким образом, используя современные методы управления водообеспеченностью посевов и передовые технологии для повышения водоудерживающей способности почв, можно значительно увеличить урожайность и продуктивность сельскохозяйственных культур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Годунова Е. И. Перспективы использования гидрогеля в земледелии Центрального Предкавказья / Е. И. Годунова, В. Н. Гундырин, С. Н. Шкабарда // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 1. – С. 24–27.

2. Данилова Т. Н. Водопоглощающие полимеры для регулирования водного режима дерново-подзолистых почв // Почвы России: вчера, сегодня, завтра : Сб. материалов Всерос. с междунар. участием науч. конф., посвященной году экологии и 90-летию со дня рождения профессора В. В. Тюлина. – Киров : ВятГУ, 2017. – С. 77–84.

3. Дубровский С. А. Измерение набухания слабосшитых полимерных гидрогелей / С. А. Дубровский, М. В. Афанасьева, М. А. Лагутина, К. С. Казанский // Высокомолек. соед., А. – 1990. – Т. 32. – № 1. – С. 165–170.

4. Al–Omran Intermittent evaporation from soil columns as affected by a gel farming conditioners / Al-Omran, A. M., Mustafa M. A., Shalaby A. A. // Soil Sci. Soc. Amer. J. – Vol. 51, 1987. – P. 1593–1599.

5. Hayat R., Ali S., Water absorption and its effect on soil properties and tomato yield / Int. J. Agri. Biol. – Vol. 6. – № 6. – 2004. – P. 998–1002.

УДК 633.311

ЗНАЧЕНИЕ ЛЮЦЕРНЫ В СОХРАНЕНИИ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Агафонова Надежда Викторовна, *ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»,* ***Россия,*** *г. Краснодар, avnadezhda@bk.ru.*

Бровкина Татьяна Яковлевна, *кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»,* ***Россия,*** *г. Краснодар, tatya.brovki@yandex.ru.*

Статья освещает проблему сохранения плодородия почв. Особое внимание уделяется законодательному регулированию на региональном уровне, а также значимости многолетних бобовых трав, а в частности люцерне, в структуре посевных площадей.

Ключевые слова: севооборот, почвенные ресурсы, многолетние травы, люцерна, плодородие почвы, посевная площадь.

THE VALUE OF ALFALFA IN PRESERVING THE SOIL FERTILITY OF THE KRASNODAR REGION

Agafonova N. V., Brovkina T. Y.

The article highlights the problem of maintaining soil fertility. Particular attention is paid to legislative regulation at the regional level, as well as the importance of perennial legume grasses, in particular alfalfa, in crop area structure.

Key words: crop rotation, soil resources, perennial grasses, alfalfa, soil fertility, acreages.

Состояние почвенных ресурсов существенно ухудшается с каждым годом под воздействием различных внешних факторов и интенсификации эрозии почв. Количество плодородных почв в РФ ежегодно сокращается в среднем на 15 млрд га [3]. Ухудшение свойств почв, снижение содержания гумуса является острой проблемой для современного сельского хозяйства и экологии в целом. В связи с этим возникает потребность в биологизации земледелияи создании севооборотов, которые будут не только адаптированы к локальным почвенно-климатическим условиям, но и будут экологически безопасны [2].

Рассмотрим динамику состояния плодородия почв и пути сохранения ее плодородия на примере Краснодарского края. По итогам обследований состояния почв, проведенных в свое время В. В. Докучаевым, С. А. Яковлевым, И. В. Имшенецким, Е. С. Блажним и другими, было зафиксировано примерное содержание гумуса в пахотном слое Прикубанской и Закубанской равнин на уровне 4–6 %. Актуальные обследования почвенного покрова на территории Краснодарского края иллюстрируют сокращение площади малогумусных почв и увеличение мощных и среднемощных почв.

На образование одного см гумусового горизонта в естественных условиях уходит до 100 лет, поэтому влияние эрозии и других неблагоприятных факторов на состояние почв и экологию в целом чрезмерно велико. Одной из мер охраны почв от водной и ветровой эрозии является применение противоэрозионных севооборотов с высокой долей многолетних трав [6]. Увеличение доли бобовых культур (в частности люцерны) в севооборотах научно обосновывается многолетними опытами, проведенными в Краснодарском крае [9], в соседних регионах, например, опытами ученых Донского ГАУ [2], а также внедрением полученных рекомендаций в производство [1, 5].

Для сохранения почв важны не только результаты научно обоснованных опытов, но и создание и усиление правовой базы [4]. Так, в 2017 г. в ст. 7.1 п.1 и 2 Закона Краснодарского края от 7 июня 2004 г. N 725-КЗ "Об обеспечении плодородия земель сельскохозяйственного назначения на территории Краснодарского края" были внесены изменения, позволившие закрепить долю посевов многолетних бобовых трав (бобовых культур) в общей площади посевов сельскохозяйственных культур в различных категориях хозяйств. До внесения изменений на законодательном уровне в Краснодарском крае наблюдалось стабильное снижение посевных площадей многолетних трав в хозяйствах всех категорий (рисунок 1).

В 2018–2019 гг. по данным Федеральной службы государственной статистики, зафиксирована положительная динамика площадей по видам многолетних трав посева прошлых лет в сельскохозяйственных организациях (рисунок 2).

Данная законодательная инициатива о регулировании доли многолетних трав (культур) является одной из мер по сдерживанию деградации почв в Краснодарском крае, а также стимулирует развитие отрасли животноводства для поддержания рентабельности сельскохозяйственных организаций в связи с изменением структуры посевных площадей. Подобный региональный опыт требует дополнительного изучения в перспективе и может быть рекомендован для адаптации в других субъектах РФ. Люцерна играет важную роль для сельского хозяйства. По результатам многолетних исследований установлено, что данная культура отличается многочисленными агрономическими и зоотехническими достоинствами. Более того, люцерна фиксирует и передает последующей за ней культуре значительное количество азота, увеличивая тем самым урожайность, а также люцерна снижает риск возникновения эрозии

почвы за счет улучшения ее структуры, что делает ее одной из важных культур для сохранения плодородия почв.

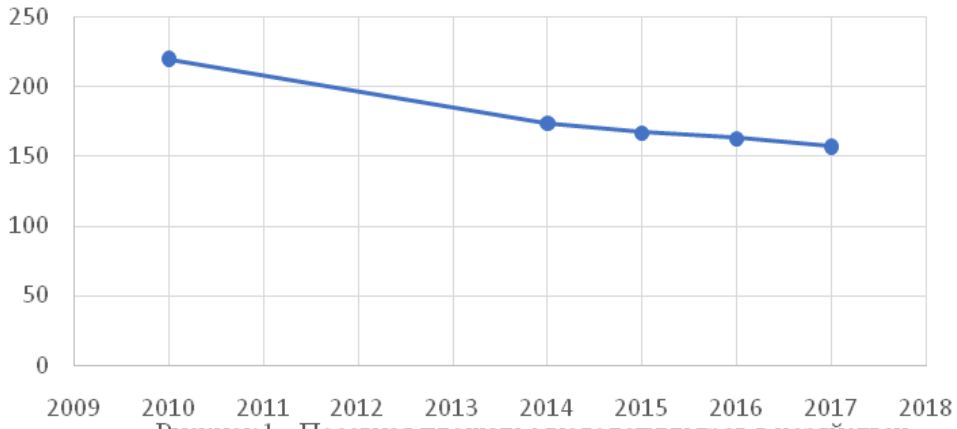


Рисунок 1 - Посевная площадь многолетних трав в хозяйствах всех категорий Краснодарского края 2010-2017 гг. (тыс. га)

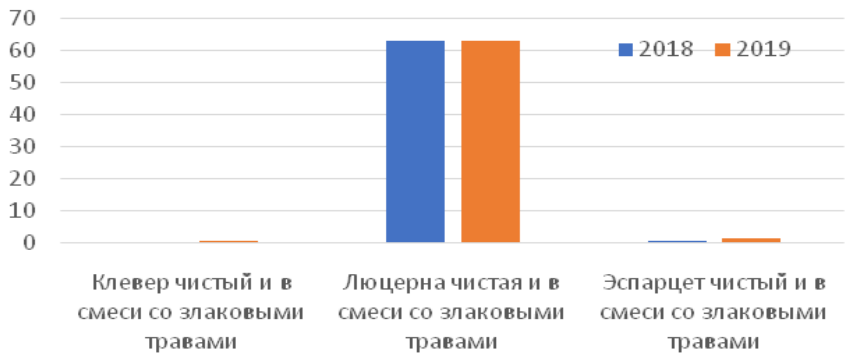


Рисунок 2 - Площадь по видам многолетних трав в сельскохозяйственных организациях 2018-2019 (тыс. га)

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдеенко А. П. Роль бобовых культур в биологизации земледелия [Текст] / А. П. Авдеенко, Н. А. Зеленский, Г. М. Зеленская // Успехи современного естествознания. – 2005. – №8. – С. 52–53.

2. Власова О. И. Плодородие черноземных почв и приемы его воспроизводства в условиях Центрального Предкавказья [Электронный ресурс] : монография / О. И. Власова. – Ставрополь : АГРУС Ставропольского ГАУа, 2014. – 308 с. – ISBN 978-5-9596-0962-7. –URL: https://znanium.com/catalog/product/514559 (дата обращения: 26.01.2020).

3. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году». – М. : Минприроды России; НПП «Кадастр», 2019. – 844 с. – URL: http://www.mnr.gov.ru/docs/o_sostoyanii_i_ob_okhrane_ okruzhayushchey_sredy_ rossiyskoy_federatsii/gosudarstvennyy_doklad_o_sostoyanii_i_ob_okhrane_okruzhayushchey_sredy_rossiyskoy_federatsii_v_2018_/ (дата обращения: 26.01.2020).

4. Добровольский Г. В. Экология почв. Учение об экологических функциях почв : учебник / Г. В. Добровольский, Е. Д. Никитин. – 2-е изд., уточн. и доп. – М. : Изд-во Московского университета, 2012. – 412 с.

5. Зеленский Н. А. Роль многолетних бобовых трав в ландшафтном земледелии Ростовской области / Н. А. Зеленский, Е. П. Луганцев, А. П. Авдеенко // Фундаментальные исследования. – 2005. – № 3. – С. 62–63. – URL: http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=5862 (дата обращения: 29.01.2020)

6. Михалев С. С. Кормопроизводство с основами земледелия : учебник [Электронный ресурс] / С. С. Михалев, Н. Ф. Хохлов, Н. Н. Лазарев. – М. : ИНФРА-М, 2019. – 352 с. – ISBN 978-5-16-102118-7. –URL: https://znanium.com/catalog/product/1017565 (дата обращения: 26.01.2020).

7. О состоянии природопользования и об охране окружающей среды Краснодарского края в 2018 году : Доклад / Краснодар, 2019. – 548 с. – URL: http://mprkk.ru/media/main/attachment/attach/doklad_oos-2018-_itog.pdf (дата обращения: 26.01.2020).

8. Об обеспечении плодородия земель сельскохозяйственного назначения на территории Краснодарского края : закон Краснодарского края от 7 июня 2004 г. N 725-КЗ. – URL: http://base.garant.ru/23961706/ (дата обращения: 20.01.2020).

9. Основы адаптивно-ландшафтной системы земледелия : метод. указания к лабораторным и практическим занятиям / сост. В. П. Василько, А. М. Кравцов, А. В. Сисо, С. А. Макаренко. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – 66 с.

10. Посевные площади Российской Федерации в 2019 году (весеннего учета) // Бюллетени о состоянии сельского хозяйства. – 2019. – URL: http://old.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1265196018516 (дата обращения: 26.01.2020).

УДК 631.8:631.87

ЭФФЕКТИВНОСТЬ НОВОГО УДОБРЕНИЯ НА ОСНОВЕ СВИНОГО НАВОЗА

Мерзлая Генриэта Егоровна, *доктор сельскохозяйственных наук, профессор*, ***ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д. Н. Прянишникова», Россия**, г. Москва, lab.organic@mail.ru,*

Аканов Эдуард Николаевич, *кандидат технических наук, ФГБНУ «Всероссийский научно–исследовательский институт агрохимии имени Д. Н. Прянишникова», **Россия**, г. Москва, lab.organic@mail.ru,*

Суржко Олег Арсеньевич, *доктор технических наук, профессор, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д. Н. Прянишникова», **Россия**, г. Москва, lab.organic@mail.ru,*

Куликова Марина Анатольевна *кандидат технических наук, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д. Н. Прянишникова», **Россия**, г. Москва, lab.organic@mail.ru,*

Колесникова Татьяна Андреевна, *ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет имени М. И. Платова, **Россия**, г. Новочеркасск, eng_ecology@bk.ru; tanechka–ko1986@yandex.ru, lab.organic@mail.ru*

В результате сравнительного изучения действия возрастающих доз нового удобрения на основе свиного навоза установлен наибольший эффект при его внесении в дозе 2 т/га, обеспечивающей прибавку урожая биомассы яровой пшеницы 28,5 %. Действие свиного навоза и птичьего помета, внесенных в эквивалентной дозе, было равноценным. При этом биологическая активность почвы во всех вариантах удобрений по показателю эмиссии диоксида углерода приближалась к контрольному значению и составляла 45–48 CO_2/г·сут.

Ключевые слова: удобрение, свиной навоз, дозы, биомасса яровой пшеницы, эмиссия диоксида углерода.

THE EFFECT OF THE NEW FERTILIZER BASED ON PIG MANURE

Merzlaya G. E., Akanov E. N., Surzhko O. A., Kulikova M. A., Kolesnikova T. A.

As a result of a comparative study of the effect of increasing doses of a new fertilizer based on pig manure, the greatest effect of its application was established at a dose of 2 t/ha, which provides an increase in the yield of spring wheat biomass by 28.5 %. The effect of pig manure and poultry manure, introduced in an equivalent dose, was equivalent. At the same time, the biological activity of the soil in all variants of fertilizers in terms of carbon dioxide emission was close to the control value and amounted to 45–48 CO_2/g / day.

Keywords: fertilizer from pig manure, dose, biomass of spring wheat, the emission of carbon dioxide.

В последние годы в почвах часто складывается дефицит органического вещества, что вызывает необходимость более полно использовать все возможные ресурсы органических удобрений, включая бесподстилочный свиной навоз [2]. В то же время научно обоснованные данные по рациональному использованию удобрений на основе свиного навоза, в частности, по эффективности их в сравнении с другими видами удобрений, а также по оптимизации доз внесения, ограниченны. В связи с изложенным были проведены соответствующие исследования в этом направлении.

Исследования выполняли при выращивании биомассы яровой пшеницы в фитотроне ВНИИА в соответствии с методическими указаниями [1, 3]. Используемое в опыте органическое удобрение на основе свиного бесподстилочного навоза изготовлено в ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет имени М. И. Платова». Подготовка удобрения включала последовательное введение щелочного коагулянта – известкового молока или суспензии шлама карбида кальция (или смеси известкового молока и шлама карбида кальция) до pH 10–12 и подкисляющего реагента до pH 6,5–8,0 с выделением образующегося осадка. В качестве подкисляющего реагента использовали раствор щавелевой кислоты со следующим соотношением компонентов (г/дм^3): известковое молоко в пересчете на CaO – 1,2–1,5, или суспензия шлама карбида кальция в пересчете на CaO – 2,0–3,0, или смесь известкового молока и шлама карбида кальция, соответственно, в соотношении – 0,5–1:1–2,5, щавелевая кислота – 1,0–2,0. Способ создания нового удобрения относится к утилизации жидких отходов животноводческих комплексов для сельскохозяйственного использования. Цель способа – упростить процесс приготовления реагента, снизить стоимость реагентной подготовки отходов к сельскохозяйственному использованию, повысить эффективность разделения на жидкую и твердую фракции и обеспечить высокий эффект дезодорации при сокращении времени отстаивания, улучшить физические свойства получаемой твердой фракции и исключить в ней содержание тяжелых металлов. Техническим результатом является получение удобрения с высокими концентрациями биогенных компонентов и исключение токсического воздействия получаемого продукта, а следовательно, расширение областей его применения.

Удобрение на основе свиного навоза в расчете на сухую массу содержало (%) органического вещества 73, азота 2,8–3,0, P_2O_5 1,9–2,0, K_2O 1,8–2,0 при pH 6,5–8,0. Таким образом, оно обладало достаточно высокой удобрительной ценностью и содержало основные питательные вещества, необходимые для роста и развития растений яровой пшеницы, имело нейтральную или слабощелочную реакцию среды.

В опыте новое удобрение из свиного навоза испытывали в возрастающих дозах – от 2 до 8 т/га. В схему опыта был также введен вариант с сухим птичьим пометом в дозе, эквивалентной 2 т/га свиного навоза, и вариант с минеральными удобрениями (NPK) эквивалентными 2 т/га свиного навоза. В качестве минеральных удобрений использовали нитроаммофоску ($N_{20}P_{20}K_{20}$).

Почва в опыте дерново-подзолистая суглинистая, в слое 0–20 см содержит гумуса (по Тюрину) 1,1 % C, общего азота 0,24 %, подвижного фосфора (P_2O_5) и калия (K_2O) (по Кирсанову) соответственно 247 и 188 мг/кг при pH_{kcl} 5,9. Влажность почвы поддерживали на

уровне 60–70 % ППВ. Температурный режим осуществляли на уровне 22–25 днем и 18–21°С ночью, влажность воздуха 40–60 %. Фотопериод составлял 16 час. Освещенность 120–150 мкМоль/м^2·с.

Птичий помет содержал (в % расчете на сухую массу) 39,6 % С, 79,1 органического вещества, 3,3 общего азота, 3,1 фосфора (P_2O_5), 2,7 калия (K_2O) при pH_{kcl} 7,1, т. е соответствовал требованиям, предъявляемым к агрохимическим свойствам пометных удобрений (ГОСТ Р 53117–2008).

В результате исследований установлено (таблица), что сухая биомасса яровой пшеницы на контроле составляла 0,7 г/сосуд. Внесение органического удобрения на основе свиного навоза в минимальной дозе 2 т/га увеличивало этот показатель на 28,5 % выше контроля. Повышение доз удобрения не привело к существенному росту урожайности сухой биомассы. Максимальная доза удобрения на основе свиного навоза – 8 т/га по сравнению с предыдущими двух-трехкратными дозами этого удобрения повышала на уровне тенденции урожайность биомассы яровой пшеницы до 0,8 г/сосуд, что по отношению к контролю было выше на 14,2 %.

Таблица – Влияние удобрений на урожайность сухой биомассы яровой пшеницы. $НСР_{05}$= 0,2 г/сосуд

Вариант опыта	Биомасса, г/сосуд	Прибавка	
		г/сосуд	%
Контроль	0,7	–	–
Удобрение из свиного навоза 2 т/га	0,9	0,2	28,5
Удобрение из свиного навоза 4 т/га	0,7	–	–
Удобрение из свиного навоза 6 т/га	0,6	–	–
Удобрение из свиного 8 т/га	0,8	0,1	14,2
Птичий помет	1,0	0,3	42,8
Минеральные удобрения	1,2	0,5	71,4

При использовании минеральных удобрений наблюдался рост урожайности сухой биомассы яровой пшеницы по отношению к контролю на 71,4 %, что можно объяснить наличием в этих удобрениях большего количества доступных для растений питательных веществ. Следует отметить также, что при сравнении всех вариантов опыта с эквивалентным количеством внесенных питательных веществ, где испытывали разные виды удобрений: удобрение на основе свиного навоза, птичий помет, минеральные удобрения – получены достоверные прибавки биомассы пшеницы по сравнению с контрольным значением. При этом действие на биомассу пшеницы органического удобрения на основе свиного навоза, как и птичьего помета, было практически одинаковым.

Анализ результатов по эмиссии диоксида углерода из почвы в вариантах опыта показало на отсутствие токсичности применяемых удобрений. В варианте с низкой дозой нового органического удобрения на основе свиного навоза эмиссия диоксида углерода приближалась к контролю. Повышение дозы этого удобрения с низкой (2 т/га) до максимальной (8 т/га) сопровождалось увеличением эмиссии диоксида углерода с 45 до 83 мкг CO_2/г·сут при значении на контроле 50 мкг CO_2/г·сут. В вариантах с птичьим пометом, органическим удобрением на основе свиного навоза и минеральными удобрениями при внесении их в эквивалентных дозах биологическая активность почвы оставалась в целом на одном и том же уровне и была близка к контрольному значению. Наиболее высокой в опыте эмиссия диоксида углерода была при внесении нового органического удобрения из свиного навоза в максимальной дозе 8 т/га, где она превышала контроль в 1,7 раза.

Важно учитывать, что новое удобрение на основе свиного навоза характеризуется низкой влажностью, и использование его под сельскохозяйственные культуры в качестве удобрительного средства по сравнению с традиционным навозом естественной влажности имеет большие преимущества в связи с сокращением затрат на транспортирование и внесение в почву.

Таким образом, проведенные исследования по изучению действия нового органического удобрения на основе свиного навоза, созданного ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет имени М. И. Платова», показали высокую его эф-

фективность. При внесении нового удобрения в дозе 2 т/га под яровую пшеницу урожайность биомассы по сравнению с контролем возрастала на 28,5 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов наблюдений) / Б. А. Доспехов. – М. : Колос. – 1965. – 335 с.
2. Мерзлая Г. Е. Агроэкологические основы и технологии использования бесподстилочного навоза / Г. Е. Мерзлая, М. Н. Новиков, А. И. Еськов, С. И. Тарасов. – М. : Россельхозакадемия – ГНУ ВНИПТИОУ, 2006. 463 с.
3. Методические рекомендации по изучению эффективности нетрадиционных органических и органоминеральных удобрений / Р. А. Афанасьев, Г. Е. Мерзлая. – М. : Агроконсалт, 2000. – 40 с.

УДК. 633.35.632.

УСПЕХИ СЕЛЕКЦИИ И БИОТЕХНОЛОГИИ КАРТОФЕЛЯ В ТАДЖИКИСТАНЕ

Партоев Курбонали, *доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Институт ботаники, физиологии и генетики растений АН РТ; 734017,* ***Таджикистан****, г. Душанбе, ул. Карамова, 27, pkurbonali@mail.ru*

Нихмонов Иматбек Сироджович, *Институт ботаники, физиологии и генетики растений АН РТ; 734017,* ***Таджикистан****, г. Душанбе, ул. Карамова, 27, imatbek.nikhmonov@akdn.org*,

Гулов Махмали Кодирович, *кандидат биологических наук, Институт ботаники, физиологии и генетики растений АН РТ; 734017,* ***Таджикистан****, г. Душанбе, ул. Карамова, 27. Gulov60@yandex.com*

Изучение характера формирования урожая различных образцов картофеля в двух разных сельскохозяйственных угодьях (Таджикистан на высоте 2100 м и Афганистан – 2600 м н. ур. м.) показало большую разницу. Установлено, что в условиях Ванчского района Таджикистана (на высоте 2100 м н. ур. м.) по сравнению с другими сортами картофеля такие образцы, как AS-1, Файзабад, Сурхоб и Таджикистан, имеют высокие показатели урожайности. Особенно высока продуктивность у новых перспективных сортов Сурхоб и Таджикистан. Эти сорта картофеля на высоте 2100 м н. ур. м. обеспечивают получение урожая клубней в количестве 42–52 т/га, что намного больше, чем у других сортов картофеля. В связи с этим такие новые сорта картофеля, как Таджикистан, АС-1, Файзабад, Сурхоб и Рашт, можно рекомендовать для выращивания в производственных условиях агроэкологических зон горного региона Бадахшан на высоте 2100 м н. ур. м. (Таджикистан) и на высоте 2600 м н. ур. м. (Афганистан) в будущем.

Ключевые слова: картофель, селекция, биотехнология, признак, Таджикистан.

SUCCESSES OF BREEDING AND BIOTECHNOLOGY OF POTATO IN TAJIKISTAN

Partoev K., Nikhmonov I., Gulov M. K.

In the conditions of Tajikistan within more than 20 years through combinations of methods of traditional breeding and modern biotechnology are received new perspective varietyes and hybrids of a potato. For increase of efficiency of breeding and seed-growing works in the future the special role belongs to a complex combination of traditional methods of breeding of a potato and biotechnology methods. Thanking combinations these methods received the new variety of a potato "Tajikistan", which with hectare gives on 35-40 tons of a yield of tubers is created that it on 40-60 % is more in comparison about a standard variety - "Cardinal" and other varietyes of a potato. The new variety of a potato - "Tajikistan" is now growing up on the area more than 3000 hectares in different potato growing farmers economy.

Key words: potato, breeding, biotechnology, sing, diseases, Tajikistan.

В условиях Таджикистана картофель является ценной сельскохозяйственной культурой, а картофелеводство играет важную роль в обеспечении продовольственной безопасности страны. В связи с этим Правительство республики уделяет особое внимание дальнейшему

развитию данной отрасли. Для усиления научной работы по селекции и семеноводству картофеля ученые Института ботаники, физиологии и генетики растений АН РТ в течение десяти последних лет при сотрудничестве с Международным центром картофелеводства (СИП, Перу), с Институтом садоводства и овощеводства Таджикской академии сельскохозяйственных наук, с Таджикским аграрным университетом им. Ш. Шотемура путем использования традиционных методов селекции и современной биотехнологии создали перспективные гибриды и сорта картофеля [1, 5]. В процессе создания новых генотипов картофеля одним из важных научных методов является способ скрещивания разных генотипов с комплексом набора генов разных видов картофеля. В результате скрещивания разных сортов картофеля удалось получить новые перспективные гибриды и изучать их в различных почвенно-климатических условиях республики [5].

Картофель с точки зрения селекции имеет ряд особенностей, к которым относятся способ размножения вегетативными органами, гетерозиготность, большая пластичность, стерильность многих сортов и сеянцев [2, 4–7]. Первые три свойства облегчают селекционную работу. Благодаря вегетативному размножению отбор гибридов можно производить в F_1, так как при клубневом размножении расщепления в том виде, как это имеет место у семенами размножающихся растений, у картофеля почти не бывает. После перехода на клубневое размножение получаются гибриды, относительно однородные по морфологическим признакам. Поэтому при селекции картофеля нет необходимости в течение ряда поколений отбирать константные формы, так как по мере перехода на клубневое размножение F_1 становится относительно константным.

Материалом для проведения исследований служили элитные и сортовые семенные клубни (I-II семенной репродукции) различных сортов, гибридов и клонов картофеля (*Solanum tuberosum* L.), полученного из коллекции Института ботаники, физиологии и генетики растений Академии наук Республики Таджикистан (ИБФиГР АН РТ), Института картофельного хозяйства Российской Федерации им. А. Г. Лорха, Всероссийского института растениеводства им. Н. И. Вавилова (ВИР) и селекционные материалы в виде пробирочных растений и гибридных семян F_1, полученных из Международного Центра Картофеля (СИП, Перу, 2005 г.).

Экспериментальные работы по скрещиванию сортов картофеля и изучению селекционного материала проводились в течение 2005–2018 гг. в условиях высокогорья (Ляхшский район, на высоте более 2700 м н. ур. м.) и в условиях лаборатории молекулярной биологии и биотехнологии Института ботаники, физиологии и генетики растений АН РТ (840 м н. ур. м.).

При выращивании гибридов картофеля использовалась общепринятая в горной зоне агротехника. Статистическую обработку данных проводили по [3].

В конце вегетации на основе визуальной оценки растений по признакам отсутствия поражения грибными, бактериальными и вирусными болезнями на стеблях, листьях и клубнях, исследуя компактность гнезд, количество клубней, глубину глазков, размер столонов, окраску клубней, продуктивность кустов, легкость отделения клубней от столонов и другие признаки, провели клоновые отборы. Выделенные клоны среди популяции гибридов F_1 были изучены в F_1 C_1 (первое клубневое поколение или питомник изучения гибридов первого года) в сравнении с родительскими формами.

Изучались особенности роста, развития и продуктивность перспективных сортов картофеля в условиях высокогоря (таблица).

Таблица – Продуктивность сортов картофеля в горной зоне Таджикистана (Лахшский район, 2700 м н. ур. м., 2014–2016 гг.)

Сорта картофеля	Количество клубней, шт./раст.	Масса одного клубня, г	Продуктивность, г/раст.	Урожайность:	
				т/га	отклонения от St.,%
Кардинал» (St.)	9.0 ± 0.4	50.5 ± 1.8	455 ± 8.8	22.8 ± 1.5	0.0
Таджикистан	10.8 ± 0.7	68.7 ± 1.6	742 ± 8.5	37.1 ± 1.3	62.7
Раштт	5.9 ± 0.6	100.7 ± 1.9	594 ± 7.8	29.7 ± 1.1	30.3
Файзабад	8.9 ± 0.3	70.0 ± 1.8	623 ± 6.9	31.2 ± 1.6	36.8
Дусти	7.7 ± 0.6	76.9 ± 1.9	592 ± 7.9	29.6 ± 1.4	29.8
АН-1	8.2 ± 0.7	64.3 ± 1.6	527 ± 8.9	26.4 ± 1.8	15.8
НСР $_{05}$	1.33	14.9	52.72	2.71	-

Как видно из таблицы новый сорт картофеля Таджикистан по сравнению со стандартным сортом – Кардинал является самым высокоурожайным (на 62.8 %). Этот новый сорт картофеля сейчас в разных картофелеводческих хозяйствах Республики Таджикистан выращивается на площади более 3000 га.

Сорт картофеля Таджикистан выведен в результате совместной селекционной работы ученых Института ботаники, физиологии и генетики растений Академии наук Республики Таджикистан, Института садоводства и овощеводства Таджикской академии сельскохозяйственных наук и Международного центра картофелеводства (СИП). Сорт представляет собой индивидуальный клоновый отбор из сеянца гибрида F_1 (387521.3 x Aphrodite), выделенного нами в 2005г.

Фото. Лист, цветок и клубни сорта «Таджикистан»

В течение 2006–2015 гг. путем ускоренного размножения методом биотехнологии в условиях лаборатории (in vitro), в теплицах и в открытом, чистом от переносчиков вирусной инфекции поле (in vivo), в горной зоне, на высоте 2700 м н. ур. м., он был протестирован в селекционных питомниках.

Ускорения селекционного процесса добились микрочеренкованием пробирочных растений в условиях in vitro, посадкой пробирочных растений и микроклубней в условиях световой комнаты, теплицы и в открытом поле (in vivo), Путем размножения пробирочных растений и микроклубней в условиях световой комнаты в осенне-зимний – весенний период нам удалось в два раза сократить сроки изучения и накопления селекционного материала. Данный клон был изучен в полевых условиях разных горных районов республики (Файзабадский, Джиргитальский, Ганчинский, Муминабадский, Варзобский и др.). Сорт Таджикистан успешно прошел Государственное сортоиспытание и районирован в 2015 г. (патент № 126 от 15 апреля 2015 г.) и рекомендован для возделывания во всех зонах республики. Сорт высокорослый, длина стебля достигает 100–120см, многолистный, листья темно-зеленного цвета. Формирует мало цветков, окраска цветков фиолетовая, продолжительность цветения короткая. Сорт мало формирует ягод малого размера. Клубни имеют округло-овальную форму, красную окраску и хорошие вкусовые качества. Окраска мякоти желтая, с фиолетовым оттенком (фото). Расположение глазков поверхностное. Окраска глазков и ростков фиолетовая. Сорт является среднепоздним. На одно растение формируется по 9–12 шт. клубней, урожайность высокая – она достигает 35–40 т с гектара. Кожура клубней нежная, лежкость клубней при хранении хорошая. Сорт устойчив к вирусному скручиванию листьев (вирусу L), фузариозному увяданию, макроспориозу и другим бактериальным и грибковым заболеваниям. В клубнях сорта «Таджикистан» в два-три раза больше содержится железы, столь необходимого при заболевании анемией у людей.

Таким образом, в условиях Таджикистана в течение более 20 лет, благодаря сочетанию методов традиционной селекции и современной биотехнологии получены новые перспективные сорта и гибриды картофеля, а также налажен процесс получения оздоровленного семенного материала. Для повышения эффективности селекционно-семеноводческой работы в будущем особая роль принадлежит комплексному сочетанию традиционных методов селекции картофеля с методами биотехнологии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алиев К. А. Биотехнология растений: клеточно-молекулярные основы / К. А. Алиев. – Душанбе, 2012. – 173 с.

2. Джонгиров Д. О. Биологические особенности диких видов, межвидовых гибридов и сортов картофеля в горных условиях Западного Памира //Автореф. дис. ... к. б. н. / Д. О. Джонгиров. – Душанбе, 1995.- 25с.

3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М. : Колос,1985. – 334 с.

4. Киру С. Д. Итоги и перспективы исследований мировой коллекции картофеля / С. Д. Киру //– Генетические ресурсы культурных растений в XX веке : Сб. докл. Междунар. конф. – СПб. – 2009. – С. 233–238.

5. Партоев К. Селекция и семеноводство картофеля в условиях Таджикистана / К. Партоев. – Душанбе, 2013. – 190 с.

6. Росс Х. Селекция картофеля. Проблемы и перспективы / Х. Росс . М. : Агропромиздат, 1989. – 184 с.

7. Carli C., Khalikov D., Yuldashev F., Partoev K., Melikov K., Naimov S. // In: Abstracts Global Potato Conference, Delhi, 2008. – P. 31–32.

УДК: 631.879

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ ВНЕСЕНИЯ ЭФФЛЮЕНТА НА УРОЖАЙ ЯЧМЕНЯ

Ильинский Андрей Валерьевич, *кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова», Мещерский филиал, Россия, г. Рязань, ilinskiy-19@mail.ru*

Экспериментальные исследования показали, что применение на деградированных аллювиальных среднесуглинистых почвах эффлюента из навоза КРС и органоминерального мелиоранта на основе эффлюента способствовало увеличению урожая основной и побочной продукции ячменя. Наибольшая прибавка урожая ячменя зафиксирована при использовании эффлюента и мелиоранта в дозе 20 т/га: по зерну она составила 39 и 58 %, а по соломе 57 и 99 % соответственно.

Ключевые слова: аллювиальная почва, деградация, реабилитация почв, урожайность, экология, эффлюент, ячмень.

EFFECT OF DIFFERENT DOSES OF EFFLUENT FOR THE BARLEY CROP

Ilinskiy A. V.

Experimental studies have shown that the use of effluent from cattle manure and organomineral meliorant based on effluent on degraded alluvial medium-loamy soil contributed to an increase in the yield of the main and by-products of barley. The largest increase in the barley crop was recorded when using effluent and meliorant at a dose of 20 t/ha: for grain, it was 39 and 58 %, and for straw, 57 and 99 %, respectively.

Keywords: alluvial soil, degradation, soil rehabilitation, yield, ecology, effluent, barley.

Восполнение дефицита органического вещества, макро- и микроэлементов в аллювиальных почвах Рязанской области во многом затруднено из-за неблагоприятных погодных условий, приведших к отсутствию должного количества паводковых вод, и экономических трудностей в сельском хозяйстве [3, 5, 6]. Установлено, что за последние 25 лет значительно ухудшились агрохимические показатели мелиорированных аллювиальных почв Рязанской области: содержание подвижного фосфора уменьшилось на 74 мг/кг; обменного калия – на 64 мг/кг; органического вещества – на 0,33 %; увеличение кислотности почвы составило 0,6 ед. pH [3]. В связи с этим одной из актуальных задач является применение эффлюента и мелиорантов на его основе для повышения продуктивности подверженной деградации аллювиальной луговой среднесуглинистой почвы [1, 2, 7].

В работе представлены результаты оценки влияния применения различных доз эффлюента и мелиоранта на его основе на урожай ячменя сорта Кати. Методологической осно-

вой работы явился вегетационный опыт на аллювиальной луговой среднесуглинистой деградированной почве, отобранной в 2019 г. в Рязанской области на мелиорированных землях стационарного участка АО «Московское». Для проведения экспериментальных исследований был использован эффлюент – органическое удобрение, полученное в результате метангенерации навоза в биогазовой установке «БИОКОМ-100» [8], предоставленный ООО «Гильдия М». По агрохимическим показателям (содержанию питательных веществ и активности водородных ионов) данный эффлюент удовлетворяет требованиям стандарта ГОСТ 33380-2015 как для традиционного, так и органического растениеводств [4].

Варианты закладки и выполнения вегетационного эксперимента: 1) почва без внесения удобрений и мелиорантов (контроль); 2) почва с внесением эффлюента в дозе 5 т/га (Э 5,0 т/га); 3) почва с внесением эффлюента в дозе 10 т/га (Э 10,0 т/га); 4) почва с внесением эффлюента в дозе 20 т/га (Э 20,0 т/га); 5) почва с внесением мелиоранта на основе эффлюента в дозе 5 т/га (М 5,0 т/га); 6) почва с внесением мелиоранта в дозе 10 т/га (М 10,0 т/га); 7) почва с внесением мелиоранта в дозе 20 т/га (М 20,0 т/га). Нормы внесения мелиорантов приведены из расчета на сухое вещество. Минимальная доза внесения эффлюента и органоминерального мелиоранта на его основе для восстановления плодородия деградированных почв установлена с учетом рекомендаций, изложенных с ГОСТ 33380-2015. Техника постановки и проведения вегетационного эксперимента осуществлялись в соответствии с практикумом по агрохимии [9,10], продолжительность эксперимента 4 мес, повторность вариантов опыта четырехкратная. По завершении эксперимента была изучена урожайность зерна и соломы ячменя.

Таблица 1 – Урожайность ячменя в вегетационном опыте (возд.-сух. в-ва)

Вариант	Урожай зерна, г/сосуд			Урожай соломы, г/ сосуд		
	среднее	прибавка		среднее	прибавка	
		г/сосуд	%		г/сосуд	%
Контроль	15,2	-	-	14,5	-	-
Почва + Э 5,0 т/га	16,6	1,4	9	17,4	2,9	20
Почва + Э 10,0 т/га	17,7	2,5	17	18,4	3,9	27
Почва + Э 20,0 т/га	21,1	5,9	39	22,7	8,2	57
Почва + М 5,0 т/га	16,7	1,5	10	20,2	5,7	39
Почва + М 10,0 т/га	21,1	5,9	39	25,6	11,1	77
Почва + М 20,0 т/га	24,0	8,8	58	28,9	14,4	99
$НСР_{05}$	0,63			1,40		

Из результатов экспериментальных исследований урожайности ячменя, представленных в таблице 1, видно, что внесение в почву эффлюента и мелиоранта на его основе оказало положительное влияние на формирование урожая зерна и соломы ячменя. Так, минимальная прибавка урожая ячменя наблюдается при использовании эффлюента и мелиоранта в дозе 5 т/га: по зерну она составила 9 и 10 %, а по соломе 20 и 39 % соответственно. Наибольшая прибавка урожая ячменя зафиксирована при использовании эффлюента и мелиоранта в дозе 20 т/га: по зерну она составила 39 и 58 %, а по соломе 57 и 99 % соответственно. В целом следует отметить, что увеличение дозы внесения эффлюента и мелиоранта на его основе способствовало росту прибавки урожая зерна и соломы ячменя.

Также было установлено, что урожай зерна и соломы ячменя при использовании органоминерального мелиоранта значительно выше, чем при использовании эффлюента: при дозе внесения 5 т/га разница в урожае составила 0,1 и 2,8 г/сосуд; при дозе внесения мелиорантов 10 т/га разница в урожае составила 3,4 и 7,2 г/сосуд; при дозе внесения 20 т/га разница составила 2,9 и 6,2 г/сосуд соответственно. Как видно, наибольшая разница по урожайности между испытуемыми вариантами зафиксирована при дозе внесения мелиорантов 10 т/га.

Рисунок 1 – Соотношение массы зерна к соломе ячменя
на вариантах вегетационного эксперимента

При изучении соотношений массы зерна к соломе ячменя (рисунок) было установлено, что использование эффлюента и мелиоранта привело к значительному его изменению по сравнению с контрольным вариантом. Так, при использовании эффлюента соотношение масс зерна к соломе варьирует в интервале 0,93–0,96, а при использовании мелиоранта на основе эффлюента соотношение варьирует уже в интервале 0,82–0,83. Данное обстоятельство свидетельствует о более высоком темпе роста урожая соломы над урожаем зерна при использовании мелиоранта на основе эффлюента, чем при использовании эффлюента в чистом виде. Существенного различия в соотношении массы зерна к соломе при использовании разных доз одного вида мелиоранта обнаружено не было.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ильинский А. В. Использование органического удобрения, полученного при метангенерации навоза [Текст] / А. В. Ильинский // Сельский механизатор. – 2019. – № 10. – С. 24–25.

2. Ильинский А. В. К вопросу применения на аллювиальных почвах микроэлементных добавок в составе комбинированных удобрений [Текст] / А. В. Ильинский // Евразийский Союз Ученых (ЕСУ). Ежемесячный научный журнал.– 2019. – Ч. 5 – 10 (67). – С. 12–15.

3. Ильинский А. В. Обоснование необходимости повышения плодородия мелиорированных аллювиальных почв АО «Московское» [Текст] / А. В. Ильинский, А. В. Нефедов, К. Н. Евсенкин // Мелиорация и водное хозяйство. – 2019. – № 5. – С. 44–48.

4. Ильинский А. В. Результаты применения эффлюента на деградированных аллювиальных почвах [Текст] / А. В. Ильинский // Евразийский Союз Ученых (ЕСУ). Ежемесячный научный журнал. – 2019. – Ч. 2. – 11 (68). – С. 36–38.

5. Коломийцев Н. В. Исследования загрязненности донных отложений как основа мониторинга состояния водотоков [Текст] / Н. В. Коломийцев, В. Е. Райнин, Т. А. Ильина, Л. Б. Зимина-Шалдыбина, Г. Мюллер // Мелиорация и водное хозяйство. – 2001. – № 3. – С. 11–25.

6. Новосельцев В. Н. Техногенное загрязнение речных экосистем [Текст] / В. Н. Новосельцев, И. Б. Бесфамильный, Б. М. Кизяев, В. Е. Райнин, Г. Н. Виноградова и др. – М. : Научный мир, 2002. – 140 с.

7. Меньшикова С. А. Экологическая эффективность применения удобрений-мелиорантов при комплексном регулировании факторов жизни растений [Текст] / С. А.

Меньшикова // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий : материалы III междунар. науч.-практ. конф. (Рязань, ФГБОУ ВО РГАТУ, 18 апреля 2019). – Рязань : ИП Жуков В. Ю., 2019. – С. 264–270.

8. Патент на изобретение 2536988, Российская Федерация, МПК C 02 F 09/14. Реактор анаэробной переработки биомассы [Текст] / Попов Александр Ильин (RU), Щеклеин Сергей Евгеньевич (RU), Бурдин Игорь Анатольевич (RU), Горелый Константин Александрович (RU). Патентообладатель: Общество с ограниченной ответственностью «Центр новых энергетических технологий» (ООО «ЦНЭТ») (RU), Общество с ограниченной ответственностью «Гильдия М» (ООО «Гильдия М») (RU). – № 2013107920/05; заявл. 21.02.13; опубл. 27.12.14, Бюл. № 36. – 8 с. : ил.

9. Практикум по агрохимии [Текст] / под ред. Б. А. Ягодина. – М. : Агропромиздат, 1987. – 512 с.

10. Практикум по агрохимии : учебное пособие – 2-е изд. перераб. и доп. [Текст] / под ред. академика РАСХН В. Г. Минеева. – М. : Издательство МГУ, 2001. – 689 с.

УДК 632.9

ИЗУЧЕНИЕ В УСЛОВИЯХ МЕЛКОДЕЛЯНОЧНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ РОСТОСТИМУЛИРУЮЩЕЙ АКТИВНОСТИ ЭНДОФИТНЫХ БАКТЕРИЙ НА РАСТЕНИЯ РЕДИСА И СПАРЖЕВОЙ ФАСОЛИ

Гринева Ирина Александровна, *НИЛ молекулярной генетики и биотехнологии кафедры генетики биологического факультета БГУ**, Республика Беларусь,** г. Минск, ул. Курчатова, 10*

Маслак Диана Викторовна, *НИЛ молекулярной генетики и биотехнологии кафедры генетики биологического факультета БГУ**, Республика Беларусь,** г. Минск, ул. Курчатова, 10*

Ломоносова Вероника Александровна, *НИЛ молекулярной генетики и биотехнологии кафедры генетики биологического факультета БГУ**, Республика Беларусь,** г. Минск, ул. Курчатова, 10*

Садовская Людмила Евгеньевна, *НИЛ молекулярной генетики и биотехнологии кафедры генетики биологического факультета БГУ**, Республика Беларусь,** г. Минск, ул. Курчатова, 10*

Скакун Татьяна Леонидовна, *НИЛ молекулярной генетики и биотехнологии кафедры генетики биологического факультета БГУ**, Республика Беларусь,** г. Минск, ул. Курчатова, 10*

Русских Иван Анатольевич, *Республиканский центр экологии и краеведения*

Феклистова Ирина Николаевна, *кандидат биологических наук, НИЛ молекулярной генетики и биотехнологии кафедры генетики биологического факультета БГУ, **Республика Беларусь,** г. Минск, ул. Курчатова, 10*

Максимова Наталья Павловна, *доктор биологических наук, Белорусский государственный университет, **Республика Беларусь**, г. Минск, grineva_ia@mail.ru*

В результате проведения мелкоделяночных экспериментов по исследованию ростостимулирующей активности штаммов эндофитных бактерий на растения редиса и спаржевой фасоли установлено, что обработка растений несколькими из протестированных бактериальных штаммов существенно увеличивает продукционную способность сельскохозяйственных культур. Протестированные эндофитные штаммы являются перспективными для создания на их основе фитостимулирующего бактериального биопрепарата.

Ключевые слова: эндофитные бактерии, биопрепарат, ростостимулирующая активность.

RESEARCH OF THE GROWTH-STIMULATING ACTIVITY OF ENDOPHYTIC BACTERIA ON PLANTS OF RADISH AND BLACKEYE PEAS IN THE CONDITIONS OF SMALL-PLOT EXPERIMENTS

Grineva I. A., Maslak D. V., Lomonosova V. A., Sadovskaya L. E., Skakun T. L., Russkih I. A., Feklistova I. N., Maximova N. P.

It was found that treating plants with several tested bacterial strains significantly increases the production capacity of crops (radish and blackeye peas) during small-plot experiments to study the growth-promoting activity of endophytic bacteria strains. These endophytic strains are promising for creating a phytostimulating biologically-based product.

Keywords: endophytic bacteria, biopreparation, biologically-based product, growth-promoting activity.

В мире известен целый ряд эндофитных штаммов, используемых для биоконтроля и стимуляции роста и развития растений. Эндофитные бактерии способны мутуалистически существовать внутри растительных тканей, что позволяет им по сравнению с другими микроорганизмами в меньшей степени зависеть от внешних факторов среды и одновременно проявлять комплекс хозяйственно-полезных свойств.

Эти микроорганизмы способны стимулировать рост растений, улучшать их питание, индуцировать системную устойчивость, снижать заболеваемость растений, которая обусловлена патогенными грибами и бактериями, нематодами и насекомыми, а в результате увеличивать продуктивность сельскохозяйственных культур. Кроме того, некоторые эндофитные бактерии способны передаваться растениями из поколения в поколение, сохраняясь в растительных тканях. Этот факт позволяет создавать эффективные биологические препараты пролонгированного действия на основе эндофитных бактерий для экологически чистого земледелия.

В работе использовали наиболее перспективные штаммы из коллекции эндофитных нефитопатогенных бактерий НИЛ молекулярной генетики и биотехнологии кафедры генетики биологического факультета БГУ [1, 2].

Для получения лабораторных образцов бактериальных культур штаммы выращивали на круговом шейкере в бульоне ГРМ в течение 48 ч при 28 ˚С. Рабочий раствор для обработки растений был получен путем разведения полученной бактериальной суспензии в 100 раз, расход раствора – 1,2 л/м^2.

Оценку эффективности эндофитных бактерий в стимуляции роста и развития культур открытого грунта проводили в условиях опытного участка биологического факультета БГУ на культурах редиса сорта Рубин и фасоли овощной (спаржевой) сорта Золотая звезда. Исследования проводили в мае-сентябре 2019 г. Исследования проводили по из 7 вариантов: 1) (контроль): однократный полив раствором, разведенного в 100 раз бульона ГРМ; 2–7) (опытные варианты): бактериальная суспензия эндофитного штамма, однократный полив 1 %-ым раствором. Повторность опыта – трехкратная. Площадь опытной делянки для каждого варианта 4 м^2, учетной делянки – 2 м^2. Посев семян – 20.05.2019 г. В течение вегетации испытывали стандартные приемы ухода за посевами, количество растений в повторностях и вариантах было выравнено, обработка эндофитными бактериями была проведена 12 июня путем полива рабочим раствором почвы вокруг растений.

Урожай редиса был собран вручную 24 июня. Достоверной разницы в массе каждого отдельного корнеплода в опытных вариантах не было обнаружено, была отмечена лишь тенденция увеличения массы корнеплода в вариантах с обработкой посевов эндофитными штаммами 16, 22 и 41. В мелкоделяночных экспериментах однократная обработка всходов растений редиса сорта Рубин рабочим раствором штаммов эндофитных бактерий 16, 22 и 41, выделенных из побегов ячменя, корней и зерен ржи, позволила получить урожай больше, чем в контроле, на 53, 72 и 60 %, соответственно.

Урожай бобов фасоли овощной (спаржевой) сорта Золотая звезда был собран вручную в пять этапов: 14, 22, 29 августа, 5 и 13 сентября 2019 г. Как видно из информации, представленной на рисунке 1, в вариантах со штаммами 22, 41, Э33 и R13 на опытных

делянках к концу эксперимента сохранялось несколько большее количество растений, чем в контрольном варианте.

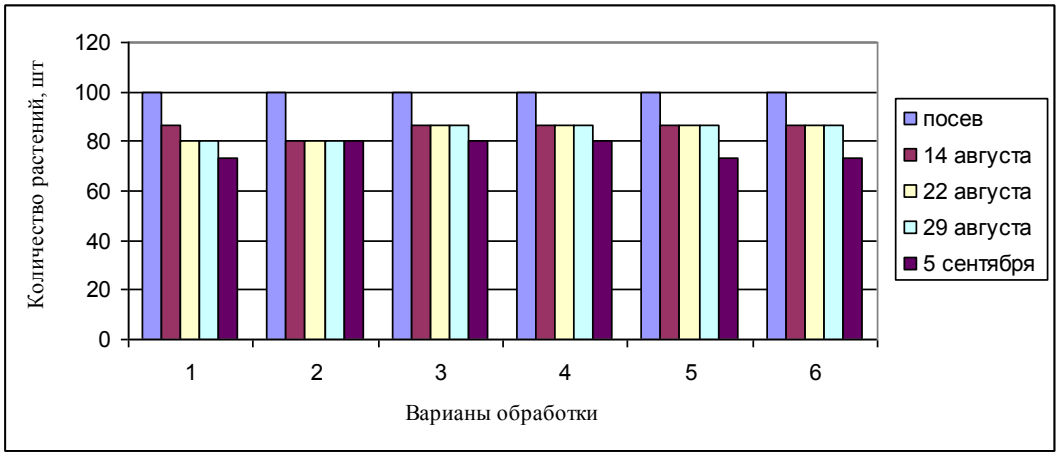


Рисунок 1 – Количество растений фасоли овощной в течение вегетации при обработке эндофитными штаммами
1– контроль; ГРМ-бульон; 2 – штамм 16; 3 – штамм 22; 4 – штамм 41; 5 – Э33; 6 – штамм R13

При анализе урожая не было обнаружено достоверной разницы по количеству бобов на растение при обработках различными штаммами бактерий. Однако отмечалась тенденция увеличения этого параметра при обработках штаммами 16, 41 и Э33 и уменьшения при обработке штаммами 22 и R13.

Как указано на рисунке 2, в течение всей вегетации с делянки, обработанной культурой штамма бактерий Э33, был получен достоверно больший урожай бобов (на 38 %), чем в контрольном варианте.

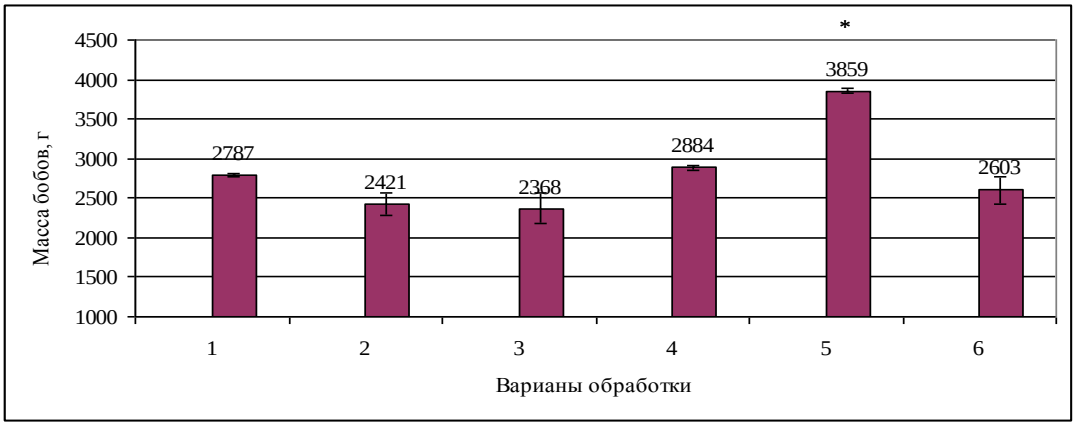


Рисунок 2 – Урожай бобов фасоли при обработке эндофитными штаммами бактерий
1– контроль; ГРМ-бульон; 2 – штамм 16; 3 – штамм 22; 4 – штамм 41; 5 – Э33; 6 – штамм R13

На рисунке 3 показаны диаграммы распределения урожая спаржевой фасоли в течение вегетации. Применение эндофитных штаммов 22, Э33 и R13 позволило получить вызревшую продукцию в более ранние сроки, чем в контрольном варианте. Этот эффект может быть использован на предприятиях АПК, где будет полезным единовременный более ранний сбор урожая. Использование бактерий штаммов 16 и 41 привело к более равномерному распределению полученного урожая бобов в течение периода плодоношения, что может быть полезным в частных хозяйствах для сбора свежей продукции равномерными порциями.

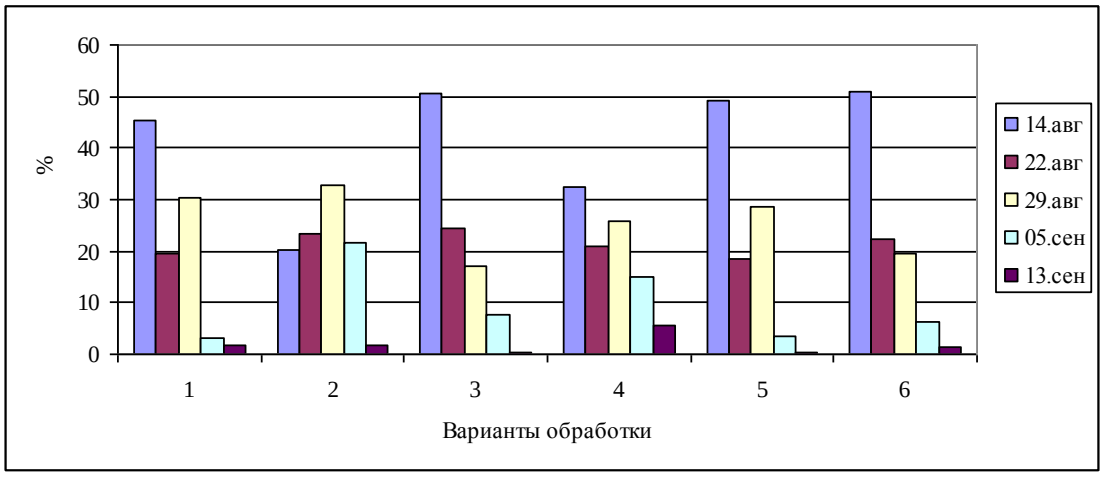


Рисунок 6 – Урожай бобов фасоли на одно растение при обработке эндофитными штаммами бактерий (%)
1– контроль; ГРМ-бульон; 2 – штамм 16; 3 – штамм 22; 4 – штамм 41; 5 – Э33, 6 – штамм R13

Таким образом, однократная обработка суспензиями эндофитных бактерий штамма Э33 привела к достоверному увеличению продукции фасоли овощной (спаржевой) сорта «Золотая звезда» на 38 %; штаммами 22, 41, Э33 и R13 − позволила сохранить в течение вегетации большее количество плодоносящих растений; штаммами 16 и 41 – распределить полученный урожай бобов более равномерно в течение периода плодоношения, а штаммами 22, Э33 и R13 – получить максимальное количество вызревшей продукции единовременно в более ранние сроки. Штамм бактерий Э33 был выделен из семян рапса, а R13 – из семян кукурузы. Все указанные в статье штаммы депонированы в коллекции эндофитных нефитопатогенных бактерий НИЛ молекулярной генетики и биотехнологии кафедры генетики биологического факультета БГУ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гринева И. А. Выделение штаммов эндофитных бактерий, перспективных для создания фитозащитных биопрепаратов, и изучение их антагонистических свойств. Биологически активные препараты для растениеводства / И. А. Гринева, А. В. Савчик, В. А. Ломоносова, Д. В. Маслак, Ю. М. Кулешова, Л. Е. Садовская, Т. Л. Скакун, И. Н. Феклистова // Биологически активные препараты для растениеводства. Научное обоснование – рекомендации – практические результаты : материалы XIV Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 3–8 июля 2018 г. / БГУ, биолог. фак., Частный институт прикладной биотехнологии daRostim; редкол.: Д. В. Маслак (отв. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2018. – С. 69–71.

2. Гринева И. А. Изучение ростостимулирующей активности эндофитных бактерий из коллекции микроорганизмов НИЛ молекулярной генетики и биотехнологии биологического факультета БГУ / И. А. Гринева, Д. В. Маслак, В. А. Ломоносова, Л. Е. Садовская, Т. Л. Скакун, И. Н. Феклистова, Н. П. Максимова // «Биотехнологии микроорганизмов»: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной профессору Ю.К. Фомичеву, Минск, 27–29 ноября 2019 г. / БГУ, биолог. фак.; редкол. : В. А. Прокулевич (гл. ред.) [и др.]. – Минск : «Экоперспектива», 2019. – С. 59–63.

УДК 631. 51

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗЕРНОПАРОВОГО СЕВООБОРОТА И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ ИЗ УДОБРЕНИЙ

Кузина Елена Викторовна, *кандидат сельскохозяйственных наук, «Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства» – филиал СамНЦ РАН,* ***Россия,*** *г. Ульяновск, elena.kuzina@autorambler.ru,*

Шарипова Резеда Бариевна, *кандидат географических наук, «Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства» – филиал СамНЦ РАН,* ***Россия,*** *г. Ульяновск, rezedasharipova63@mail.ru.*

Установлены преимущества и перспективы использования инновационных гребнекулисных способов обработки почвы, которые за счет минерализованных полос и гребневых кулис улучшают условия азотного питания и влагообеспеченность растений, что положительно сказывается на росте и развитии культурных растений, приводит к повышению продуктивности пашни при одновременной значительной экономии затрат труда и топлива.

Ключевые слова: обработка почвы, гребнестерневые кулисы, минеральные удобрения, урожайность, озимая пшеница, яровая пшеница, ячмень.

THE INFLUENCE OF METHODS OF PRIMARY TILLAGE ON PRODUCTIVITY GRAINFALLOW CROP ROTATION AND THE USE EFFICIENCY OF NUTRIENTS FROM FERTILIZERS

Kuzina E. V., Sharipova R. B.

Installed, advantages and perspectives of usage, grebenkovsky innovative ways of processing of soil. Which, due to mineralized strips and comb wings, improve the conditions of nitrogen nutrition, and the moisture content of plants, which has a positive effect on the growth and development of cultivated plants, leads to increased productivity of arable land while significantly saving labor and fuel costs.

Key words: tillage, combs, mineral fertilizers, yield, winter wheat, spring wheat, barley.

Приоритетным направлением при решении проблемы стабилизации и повышения производства сельскохозяйственной продукции и получения высоких устойчивых урожаев является дальнейшее совершенствование элементов технологий возделывания сельскохозяйственных культур применительно к конкретным почвенно-климатическим условиям [1, 2, 4, 5]. Важнейшей целью мирового сельского хозяйства является одновременное повышение продуктивности растениеводства и эффективности использования элементов минерального питания растениями. В связи с этим последние годы сельскохозяйственная наука большое внимание уделяет вопросам эффективности различных приемов основной обработки почвы и применение удобрений с точки зрения минимализации и экологизации земледелия.

Целью наших исследований было определение влияния агротехнических приемов на урожайность сельскохозяйственных культур и эффективность применения минеральных удобрений при сплошном и локальном размещении пожнивных остатков.

Черноземная зона, в которой проводились исследования, в целом имеет недостаточное увлажнение, поэтому в условиях лесостепной полосы урожаи в значительной степени определяются увлажнением почв [3]. Наши исследования показали, что гребнекулисные обработки, в процессе которых на пашне формировались минерализованные полосы, и гребневые кулисы способствовали улучшению влагообеспеченности растений на 11–23 % и условий азотного питания на 44–71 % по сравнению с ежегодной вспашкой, что положительно сказывалось на росте и развитии культурных растений.

Средняя урожайность зерна по гребнекулисным обработкам составила 3,29–3,33 т/га, что на 0,28–0,32 т/га больше, чем по вспашке (таблица 1). К тому же на этих вариантах уровень урожайности, полученный без применения удобрений, был выше, чем на вспашке с внесением $N_{30}P_{30}K_{30}$ на 0,13–0,11 т/га.

Таблица 1 – Влияние способов обработки почвы и удобрений на продуктивность культур зернопарового севооборота, т/га

Варианты обработки	Оз. пшеница по ч/пару (2010–2012гг.)	Яр. пшеница (2011–2013гг.)	Оз. пшеница по сид./пару (2013–2015гг.)	Ячмень (2014–2016гг.)	В среднем по варианту
1	2,0	2,70	4,37	2,96	**3,01**
2	2,31	2,76	4,71	2,91	**3,17**
3	2,44	2,94	4,82	2,98	**3,29**
4	2,30	2,76	4,44	2,78	**3,07**
5	2,12	2,47	4,18	2,62	**2,84**
6	2,39	2,66	4,47	2,78	**3,07**
7	2,41	2,89	4,89	3,12	**3,33**
Ср.	***2,28***	***2,74***	***4,55***	***2,88***	
$НСР_{0,05}$	А-0,33(удобрения) В-0,51 (обработки) АВ-0,88 р-0,96%	А-0,48 (удобрния) В-0,73(обработки) АВ-1,27 р-1,65%	А-0,36 (удобрения) В-0,56(обработки) АВ-0,97 р-1,51%	А-0,20 (удобрения) В-0,15(обработки) АВ-0,34 р-0,96%	
Примечание: под цифрами обозначены способы основной обработки почвы: *1 – отвальная на 20–22 см* ***(контроль)****; 2 – безотвальная на 20–22 см; 3 – гребнекулисная на 10–12 см; 4 – мелкая на 10–12 см; 5 – без основной осенней обработки; 6 – лущение со стернеукладчиком на 6–8 см; 7 – гребнекулисная с почвоуглублением до 30–32 см.*					

Далее в убывающей последовательности шли безотвальная, поверхностная (лущение со стернеукладчиком) и мелкая мульчирующая обработки, где по сравнению с контролем прибавки урожайности составили соответственно 0,16 и 0,06 т/га. При отказе от основной осенней обработки продуктивность севооборота снижалась на 0,17 т/га по сравнению с контролем и на 0,45–0,49 т/га по сравнению с гребнекулисными обработками.

Эффективным средством повышения продуктивности зерновых культур является применение минеральных удобрений. Это сравнительно затратное мероприятие, и важно повысить его эффективность за счет использования почвозащитных инновационных способов обработки почвы, позволяющих улучшить увлажнение и эффективное плодородие пашни [6,7].

На вариантах отвальной обработки и безотвального рыхления на 20–22 см была отмечена самая низкая отзывчивость на внесение минеральных удобрений, в среднем по севообороту на фоне внесения $N_{30}P_{30}K_{30}$ сбор зерна увеличился на 0,13–0,15 т/га, на фоне внесения $N_{60}P_{60}K_{60}$ – на 0,52–0,56 т/га. Гребнекулисные обработки обеспечили наиболее весомые прибавки урожая, при внесении $N_{30}P_{30}K_{30}$ урожайность увеличивалась на 0,40–0,44 т/га, при внесении $N_{60}P_{60}K_{60}$ на 0,72–0,73 т/га относительно естественного фона соответствующих обработок. Здесь же была получена самая высокая окупаемость 1 кг удобрений – 111–122 %. Производственные затраты и себестоимость продукции на вариантах с гребнекулисной обработкой снижались по отношению к отвальной вспашке в среднем на 8 и 16 %, условно чистый доход, рентабельность и коэффициент энергетической эффективности при этом повышались соответственно на 19, 39 и 18 %.

Заключение Применение почвовлагосберегающих инновационных технологий с использованием комбинированных почвообрабатывающих агрегатов на основе минимализации и создания водоемкого гребнекулисного микрорельефа обеспечивает важные агротехнологические и экономические преимущества по сравнению с традиционно сложившимися технологиями. Совокупность положительных факторов: лучшая аэрация, достаточные тепло и влажность в пахотном слое, благоприятный азотный режим – являются определяющими в повышении урожайности зерновых культур при гребнекулисной обработке, что определяет высокую перспективу освоения инновационных технологий на черноземных почвах в условиях плакорно-равнинного агроландшафта Среднего Поволжья.

ЛИТЕРАТУРА

1. Захаров А. И. Агроклиматический потенциал, и основные проблемы влияния климатических изменений на производство сельскохозяйственных культур Ульяновской области / А. И. Захаров, Р. Б. Шарипова // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 1 (37). – С. 25–30.

2. Карпович К. И. Ресурсосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур в черноземной лесостепи Ульяновской области / К. И. Карпович, С. Н. Немцев // Доклады РАСХН. – 2004. – № 6. – С. 30–33.

3. Кузина Е. В. Преимущества гребнекулисной обработки почвы при возделывании зерновых культур / Е. В. Кузина, А. И. Шабаев // Научная жизнь. – 2015. – № 1. – С. 61–69.

4. Немцев С. Н. Почвозащитные влаго- и ресурсосберегающие способы обработки почвы при возделывании яровой пшеницы в лесостепи Ульяновской области / С. Н. Немцев, Е. В. Кузина // Доклады РАСХН. – 2011. – № 4. – С. 42–44.

5. Никитин С. Н. Влияние удобрений на урожайность и биоэнергетическую эффективность технологий возделывания сельскохозяйственных культур в севообороте / С. Н. Никитин, А. Х. Куликова, А. В. Карпов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 4 (32). – С. 45–51.

6. Сабитов М. М. Возделывание яровой пшеницы при разных уровнях интенсификации / М. М. Сабитов // Защита и карантин растений. – 2017. – № 3. – С. 20–23.

7. Шабаев А. И. Повышение продуктивности зерновых культур за счет почвозащитных ресурсосберегающих технологий / А. И. Шабаев, Н. М. Жолинский, Т. В. Демьянова, И. Н. Кораблева, М. С. Цветков //Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 5(72). – С. 13–15.

УДК 631.671.1

ПУТИ И МЕТОДЫ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ АГРОЛАНДШАФТОВ РИСОВЫХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ КАЗАХСТАНА

Рау Алексей Григорьевич, *доктор технических наук, академик НАН РК, профессор, Казахский национальный аграрный университет,* ***Республика Казахстан,*** *г. Алматы, alexyrau@gmail.com*

Кадашева Жанар Кадырбаевна, *Казахский национальный аграрный университет,* ***Республика Казахстан,*** *г. Алматы, dikuwa_90@mail.ru*

Калыбекова Есенкул Мырзагельдиевна, *доктор технических наук, профессор, Казахский национальный аграрный университет,* ***Республика Казахстан,*** *г. Алматы, yesenkul@yandex.ru*

Такиева Жанар Мусагалиевна, *Казахский национальный аграрный университет,* ***Республика Казахстан,*** *г. Алматы, takiyeva1983@mail.ru*

Использование земельных и водных ресурсов на рисовых оросительных системах Казахстана связано с деградацией земельных и дефицитом водных ресурсов. Разработка методов увеличения продуктивности возможно только при оптимальном управлении водно-солевым режимом почв и орошаемых земель рисовых систем. Чтобы правильно управлять этими процессами необходимо знать механизм их воздействий, направленность, уметь прогнозировать ожидаемые результаты этих воздействий, располагать соответствующей научной и информационной базой.

Ключевые слова: рис, рисовые чеки, солевой режим почв, оросительная норма, урожайность.

METHODS OF INCREASING PRODUCTIVITY OF AGRO LANDSCAPES OF RICE IRRIGATION SYSTEMS OF KAZAKHSTAN

Rau A., Kadasheva Zh., Kalybekova E., Takiyeva Zh.

The use of land and water resources in the rice irrigation systems of Kazakhstan is associated with land degradation and water scarcity. Development of methods for increasing productivity is possible only with optimal management of the water-salt regime of soils and irrigated lands of rice systems. In order to properly manage these processes, it is necessary to know the mechanism of their effects, orientation, to be able to predict the expected results of these effects, to have the appropriate scientific and information base.

Key words: rice, rice checks, salt regime of soils, irrigation norm, yield.

Рисовые оросительные системы Акдалинского массива орошения (31,7 тыс. га) расположены на первой и второй террасах р. Иле; почвы аллювиально-луговые супесчаные и суглинистые, слабо и сильно засоленные, тип засоления – сульфатно-гидрокарбонатный и

сульфатно-содовый. В производственных условиях при поливе риса оросительная норма составляет 25,6 тыс. м^3/га, дренажный сток – 2100 м^3/га, сбросной – 4500 м^3/га. Необходимость сброса воды из рисовых чеков производственники объясняют высокой засоленностью почв, влияющей на снижение урожайности риса. Нами изучена динамика засоленности почв рисовых систем, влияние ее на урожайность риса, нормы водопотребления и водоотведения.

Опытно-экспериментальные исследования проводились в производственных условиях на рисовых полях Агрофирмы «Бирлик» Акдалинской рисовой системы Балхашского района Алматинской области. Водно-солевой режим почв изучался на 20 чеках рисового поля 155 га. На 18 чеках площадью 48,2 га земли слабозасоленные, с содержанием солей 0,2–0,3 %, на 2 чеках (6,8 га) земли сильнозасоленные, с содержанием солей более 1,0 %.

В оросительный период проводился мониторинг рисовых чеков по водному и солевому режиму почв, сбросы воды из рисовых чеков производились только на засоленных землях в июле и августе, когда минерализация воды в чеках превышала 2,5 г/л [1–5]. На слабозасоленных землях 18 чеков минерализация воды в оросительный период не превышала 0,9 г/л, и сбросы в оросительный период не производились. Результаты исследования по солевому режиму показывают, что сбросы воды в оросительный период следует производить только с 11 % орошаемой площади. Однако на практике, в производственных условиях, сбросы воды производятся из всех рисовых чеков, что вызывает завышение оросительной нормы, увеличивает забор воды из водных источников.

Водный баланс рисовых чеков опытного поля Агрофирмы «Бирлик» рассчитан по уравнению водного баланса орошаемых земель:

$$М + Р + Пг + Fос – Е - F – Д – От = \pm \Delta S, \quad (1)$$

где: М – объем водоподачи оросительных вод ; Р – величина выпавших атмосферных осадков; Пг – поступление от подземных вод на массив орошения; $F_{ос}$ – фильтрация из оросительной сети; Е – величина суммарного испарения; F – объем фильтрации в зону аэрации; От – отток грунтовых вод; ±Δ S – неувязка баланса.

Как следует из уравнения 1 и данных таблицы 1, в водном балансе водоподача в рисовые чеки без сбросов составляет 21396 м^3/га, со сбросами – 23488 м^3/га, поступление от грунтовых вод и атмосферных осадков соответственно равны 1340 и 2670 м^3/га. В расходной части водного баланса суммарное испарение на посевах риса составляет 9860 м^3/га, фильтрационный и дренажный сток – 7850 м^3/га, отток грунтовых вод с рисовых чеков без сбросов воды в оросительный период – 1180 м^3/га, с рисовых чеков со сбросами воды – 1490 м^3/га. Сбросной сток с рисовых чеков на сильнозасоленных землях, в которых минерализация воды в оросительный период превышала 2,5 г/л, составил 2800 м^3/га. На опытном поле рисовой системы устойчиво сохраняется равновесие водного баланса, сумма составляющих приходной части водного баланса равна: на рисовых чеках без сброса – 22736 м^3/га, на рисовых чеках со сбросами воды – 26158 м^3/га, в расходной части соответственно – 21590 и 24700 м^3/га, невязка составляет 5,5–5,6 % (таблица 1).

Таблица 1 – Водный баланс рисовых чеков опытного поля Агрофирмы «Бирлик»

№ п/п	Наименование	Рисовые чеки без сбросов воды	Рисовые чеки со сбросами воды
	Приходная часть		
1	Водоподача	21396	23488
2	Осадки	1200	1200
3	Приток грунтовых вод	140	1470
	Итого	22736	26158
	Расходная часть		
1	Насыщение почвогрунта	2700	2700
2	Суммарное испарение и транспирация	9860	9860
3	Фильтрация и дренажный сток	7850	7850
4	Сбросной сток	-	2800
5	Отток грунтовых вод	1180	1490
	Итого	21590	24700
	Невязка	1270	1474
		5,5%	5,6%

Солевой режим и баланс опытного поля Агрофирмы «Бирлик» Акдалинской рисовой системы показывает, что на рисовых полях при возделывании риса происходит рассоление почв зоны аэрации 1,6 м (рисунок). Вынос солей из зоны аэрации рисовых чеков без сброса воды составляет 36,4 т/г, на засоленных землях со сбросами воды в оросительный период вынос солей составил 29,9 т/га. Вынос солей преобладает над поступлением на рисовых чеках без сброса воды на 4,7 т/га, на засоленных землях со сбросами воды – 2,6 т/га.

Таблица 2 – Солевой баланс рисовых чеков опытного поля Агрофирмы «Бирлик» Акдалинской рисовой системы, т/га

Элементы солевого баланса	На рисовых чеках без сбросов воды в оросительный период	На рисовых чеках со сбросами воды в оросительный период
S_1 –запас солей зоны аэрации перед посевом риса	112,6	229,8
S_2 – поступление солей с оросительной водой	12,2	12,8
S_3 – поступление солей от грунтовых вод	1,2	1,4
ИТОГО	126,0	244,0
S_4 –запас солей зоны аэрации после уборки риса	76,2	199,9
S_5 – вынос солей фильтрационным стоком S_6 – вынос солей сбросным стоком	49,1	38,1 5,2
S_6 – вынос солей дренажным стоком и оттоком грунтовых вод	5,4	2,8
ИТОГО	130,7	246,6
Сальдо баланса	- 4,7	- 2,6
Невязка, %	- 4,0	- 1,3

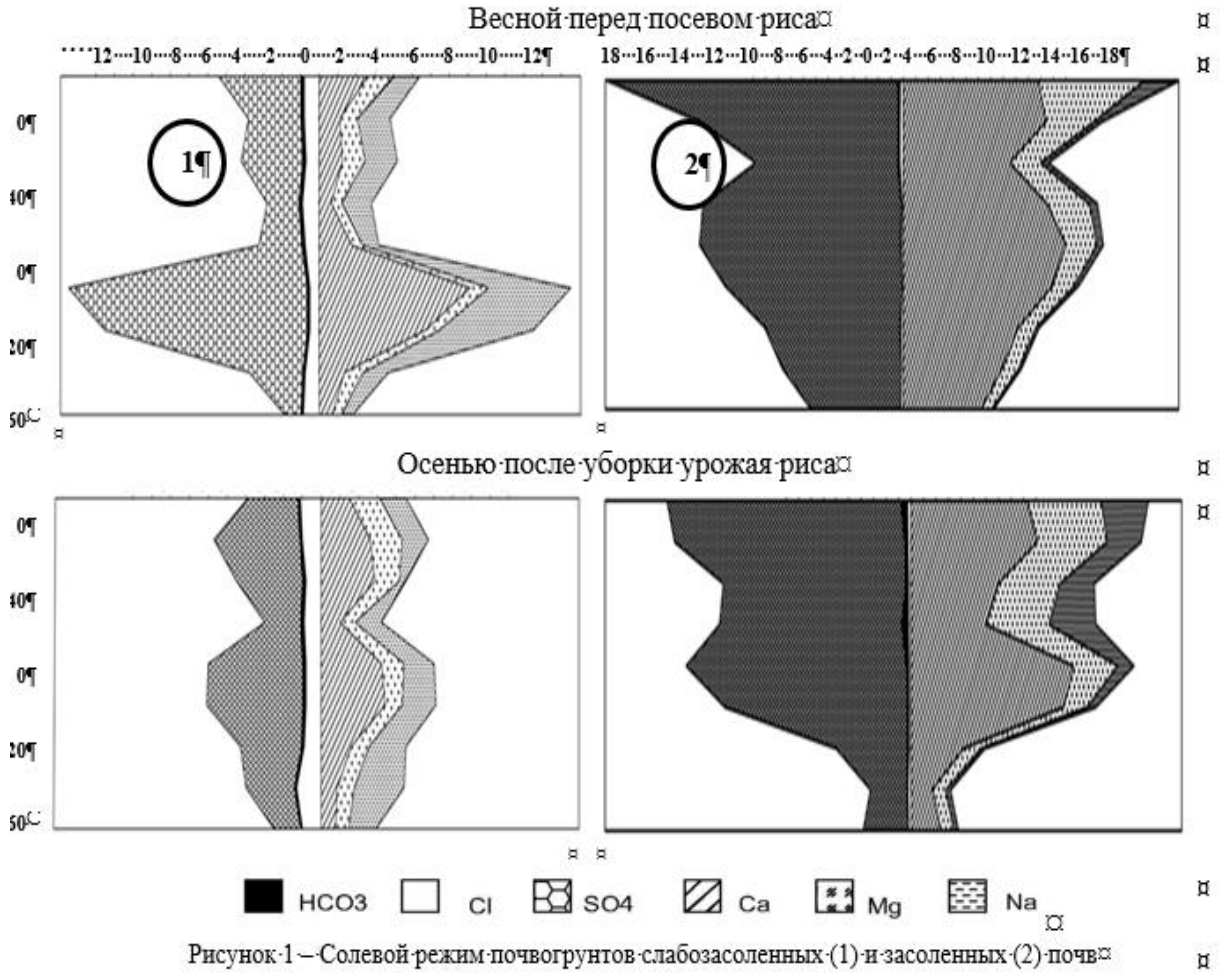


Рисунок 1 – Солевой режим почвогрунтов слабозасоленных (1) и засоленных (2) почв

На опытном поле, при возделывания риса на слабозасоленных землях без сбросов воды в оросительный период урожайность риса составляет 52,4 ц/га. На засоленных землях, где за оросительный период производились два сброса урожайность риса составляет – 47,8 ц/га. В кооперативах и крестьянских хозяйствах, урожайность риса 46,0 ц/га, оросительная норма – 25600 м^3/га.

Экономическая эффективность технологии орошения риса с учетом солевого режима почв дает прибыль 47277 тг/га, рентабельность 21,7 %. Полив риса по технологии Агрофирмы «Бирлик», со сбросами воды в оросительный период рисовых из всех рисовых чеков, прибыль и рентабельность ниже на 20137 тг/га и 10,7%. Технология выращивания риса с учетом солевого режима почв обеспечивает повышение урожайности риса на 5,8 ц/га, снижение непроизводительных затрат поливной воды на 3945 м^3/га (таблица 3).

Таблица 3 – Экономическая эффективность выращивания риса по технологии полива с учетом солевого режима почв рисовых чеков

Показатели	Технология полива риса в оросительный период		Средне-взвешенное значения	Контроль, хозяйственные посевы риса Агрофирмы «Бирлик»	Разница
	Без сброса воды	Со сбросами воды			
1	2	3	4	5	6
Площадь, га	48,2	6,8	55	100	
Урожайность риса, ц/га	52,4	47,15	51,8	46,0	- 5,8
Оросительная норма, м^3/га	21396	23488	21655	25600	- 3945
Затраты воды, м^3/ц	408	499	418	556	138
Себестоимость продукции, тг/ц	5060	5307	5154	5810	656
Прибыль, тг/га	49256	33250	47277	27140	-20137
Рентабельность, %	22,2	18,6	21,7	11,0	- 10,7

Выводы. На слабозасоленных землях Акдалинской рисовой системы, рис возделывается без сброса воды из рисовых чеков в оросительный период, оросительная норма составляет 21396 м^3/га, урожайность 52,4 ц/га, прибыль 49256 т г/га рентабельность 22,2 %, на засоленных землях рис возделывается со сбросами воды из рисовых чеков, оросительная норма составляет 23488 м^3/га, урожайность 47,2 ц/га прибыль 33250 тг/га, рентабельность 18,6 %. Выращивание риса по технологии полива с учетом солевого режима почв обеспечивает урожайность 51,8 ц/га, прибыль 47277 тг/га, рентабельность 21,7 %. В производственных кооперативах и крестьянских хозяйствах, где сбросы воды производятся без учета солевого режима почв и минерализации слоя воды в рисовых чеках в оросительный период урожайность риса ниже на 5,8 ц/га, прибыль на 20137 тг/га, рентабельность на 10,7 %. Внедрение разработанной технологии орошения риса с учетом солевого режима почв позволит увеличить дополнительный сбор риса-шалы с Акдалинской рисовой системы на 6,0 тыс. т, экономию водных ресурсов на 40 млн м^3 в год.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коваленко В. И. Культура риса в Казахстане / В. И. Коваленко, В. П. Дуренко. – А. : Изд-во Кайнар, 1974. – 174 с.

2 Петрунин В. М. Режим орошения риса на засоленных землях : методические рекомендации / В. М. Петрунин. – А. : Изд-во Кайнар, 1973. – 8с.

3 Рау А. Г. Управление минерализацией воды в рисовом чеке на засоленных землях / А. Г. Рау [и др.] // Мелиорация и водное хозяйство. – 2010. – № 3. – С. 9–21.

4 Matsubayashi M. Theory and practice of growing rice / Matsubayashi Minoru, Ino Ryuji, Nomoto Toshio, Takase Tsunemichi, Yamada Noboru. – Tokio, 1963. – 424p.

5 Leilei Kongab, Short-term water management at early filling stage improves early-season rice performance under high temperature stress in South China / Leilei Kongab, Umair Ashrafab, Siren Chengab // European Journal of Agronomy : – 2017. – Vol.e 90. – P. 117–126.

UDC 631.4

AGROCHEMICAL INDICATORS OF SOILS OF ARAGATS MOUNTAIN RANGEIN CONDITIONS OF DESERTIFICATION

Mkrtchyan Angela, *candidate of biological sciences, senior scientific worker, ANAU branch, 24, Admiral Isakov ave, Yerevan, 0004,* ***Republic of Armenia****; ghazaryan_soil@yahoo.com*

Hunanyan Surik, *doctor of agricultural sciences, senior scientific worker, ANAU branch, 24, Admiral Isakov ave, Yerevan, 0004,* ***Republic of Armenia****; ghazaryan_soil@yahoo.com*

Ghazaryan Hunan, *doctor of agricultural sciences, Scientific Center of Soil Science, Agro–chemistry and Melioration after H. P. Petrosyan, ANAU branch, 24, Admiral Isakov ave, Yerevan, 0004,* ***Republic of Armenia****; ghazaryan_soil@yahoo.com*

The dynamics and pattern of change of agrochemical parameters of Mountain-meadow and Meadow-steppe soils of the Aragats mountain range are presented in the article. The main factors have been identified affecting the activity of degradation processes in soil. The warming of the climate, the decrease in the amount of average annual precipitation, the increase in the impact of the anthropogenic factor on the territory of Aragats mountain range over the past 46 years have led to decrease in humus content by 3.24–33.2 %, total nitrogen by 3.8–20.8, phosphorus – by 5.4–25.7, potassium by 4.7–27.6 %, and mobile forms by 2.4–27.8; 4.8–18.0; 4.7–21.7 % respectively.

Key words: *desertification, soils, humus, Aragats mountain massif, degradation, ecosystems*

АГРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОЧВ АРАГАЦСКОГО ГОРНОГО МАССИВА В УСЛОВИЯХ ОПУСТЫНИВАНИЯ

Мкртчян Анджела Липаритовна, *кандидат биологических наук, Научный центр почвоведения, агрохимии и мелиорации им. Г. П. Петросяна,* ***Республика Армения,*** *г. Ереван, пр. адмирала Исакова 24, ghazaryan_soil@yahoo.com*

Унанян Сурик Алексанович, *доктор сельскохозяйственных наук, Научный центр почвоведения, агрохимии и мелиорации им. Г. П. Петросяна,* ***Республика Армения,*** *г. Ереван, пр. адмирала Исакова 24, ghazaryan_soil@yahoo.com*

Казарян Унан Казарович, *доктор сельскохозяйственных наук, Научный центр почвоведения, агрохимии и мелиорации им. Г. П. Петросяна,* ***Республика Армения,*** *г. Ереван, пр. адмирала Исакова 24, ghazaryan_soil@yahoo.com*

В статье приводятся динамика и закономерность изменения агрохимических показателей горно-луговых и лугово-степных почв Арагацского горного массива. На основании исследований выявлены основные факторы, влияющие на активность деградационных процессов в почве. Потепление климата, снижение количества среднегодовых осадков, усиление воздействия антропогенного фактора на территории Арагацского горного массива за последние 46 лет привели к деградации почвы и снижению содержания гумуса на 3,24–33,2 %, общего азота – на 3,8–20,8 %, фосфора – на 5,4–25,7 %, калия – на 4,76–27,6 %, а подвижных форм соответственно на 2,4–27,8; 4,8–18,0; 4,7–21,7 %.

Ключевые слова: опустынивание, почвы, гумус, Арагацский горный массив, деградация, экосистемы

Introduction. The phenomena of aridization and desertification of land – phenomena, which destroy not only the soil cover, but also the biosphere itself, cause great concern in the world. In the world only during the past 50 years, 1 billion hectares of land have been subjected to desertification. The total annual world loss of land is 15 million hectares, of which 60–70 % are productive lands.

The territory of Armenia is in dry and subtropical zone and mainly has an alpine location. According to G.K. Gabrielyan, there are three distinct types of desertification in the territory of the Republic of Armenia: arid, sub-arid and sub-humid [5].

According to E. M. Hayrapetyan, A. B. Shirinyan, the amount of humus in chernozem the last 100 years has decreased by 1 %, and in the arable lands of many regions of Armenia in most cases the humus content does not exceed 1.5–2.5 % [6].

Climate change has a strong impact on arid regions, where a decrease in the amount of precipitation leads to an intensification of the desertification process.

According to the data of the Aragats high-altitude station of the hydro–meteorological service of Armenia, during the last 67 years (from 1950 to 2016), a decrease in the amount of precipitation

was observed – it decreased by almost 5 % from the annual rate of 1008.3 mm (1961–1990). In the 1950–1990's the amount of precipitation was 1059.9 mm, in 1950–2016 – 961.6 mm, and in 1990–2016 – 803.7 mm (fig. 1).

Also during this period (from 1950 to 2016) the average annual air temperature increased from the norm by 0.1°C. The maximum increase in the average annual temperature was observed in 1990–2016. During this time the air temperature rose by 0.4°C.

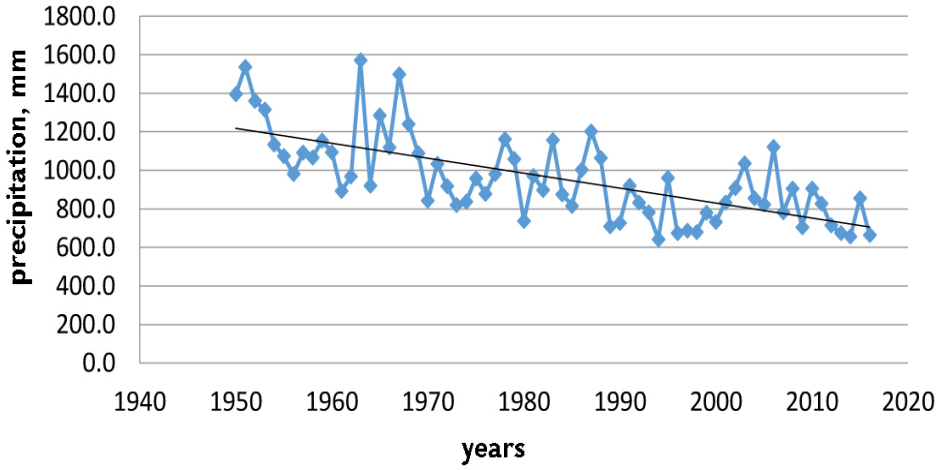


Fig. 1. Sum of annual precipitation 1950–2016. (data from Aragats alpine station)

In different seasons of the year different temperature changes were observed. In winter the air temperature increased by 0.1°C, in the spring there was no deviation from the norm, in the summer it increased by 0.3°C, and in autumn – by 0.2°C (fig. 2).

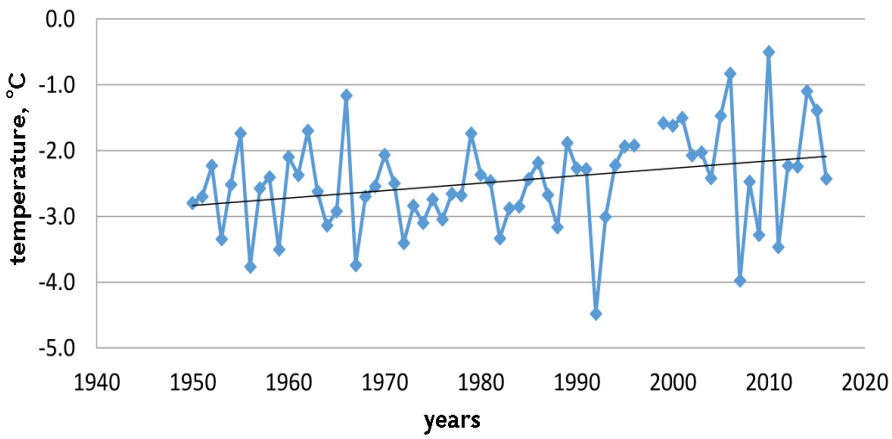


Fig. 2. Average annual temperature 1950–2016. (data from Aragats alpine station)

As a result, snow landscapes are replaced by landscapes of alpine meadows.

Thus, on the apex section of Aragats the process of primary soil formation is already observed, and elements of purely meadow plant communities began to form [7].

However, despite the aforementioned threatening consequences and seriousness of the problem, research about the effects of warming and desertification on the ecosystems of natural zones has not been carried out in the Republic until now, and no measures were developed to prevent soil degradation.

The purpose of this work is to identify the degradation of agrochemical parameters of Aragats mountain massif's soils.

Objectives and methods. The work is based on materials from field and laboratory studies conducted in 2015–2017 on topics of 15T–2H303 in the scientific center of soil science, agro–chemistry and melioration after H.N. Petrosyan. The object of study were Mountain-meadow and Meadow-steppe soils and subsoil of the Aragats mountain massif. Stationary sites were chosen to study agro-chemical parameters of soils, at different heights and exposures and on soil sections and

half–holes. The analysis was carried out according to the generally accepted methods in agrochemical practice: the humus content by Tyurin, the total nitrogen by Kjeldal, the phosphorus and potassium by Lorentz, and the mobile nitrogen by Tyurin and Kononova, the phosphorus by Arenius, potassium – by Maslova [1]. Field studies of G.B. Babayan and O. B. Gasparyan [2], G. B. Babayan [3] and R. A. Edilyan [4] were used as a background to assess the variation of agro-chemical indicators of mountain meadow and Meadow-steppe soils of Aragats mountain range.

Results and analyses. Aragats mountain range is located in the north–eastern part of the Republic of Armenia at an altitude of 2000–3600 m above sea level. The territory under study is characterized by a cold mountain climate. The average annual air temperature is 1–3°C. The annual amount of precipitation is 450–800 mm and it is increasing with the altitude. Mount Aragats is the highest dormant volcano in Armenia, the lavas of which cover considerable area. The apex of Aragats is composed of andesite–dacites, dacites and their tuff–bunches, the slopes are covered with andesites, basalts, dacites
and tufoschaks [4].

Vegetation of meadow steppe occupies a transitional position between steppes and meadows and is characterized by features common to both steppe and meadow phytocenosis. It is distinguished by a great diversity and variety of species constitution. The most common plant species are cereals, grass, mountain-sedge and legume meadow steppes. Mountain-meadow and Meadow-steppe soils and their subtypes are common on the territory of Aragats mountain massif.

Meadow-steppe soils are represented by two subtypes: typical Meadow-steppe (dark brown) and Meadow-steppe chernozem-like.

Meadow-steppe soils of Aragats mountain range depending on the conditions of formation (sun exposure, steepness of slopes, altitude above sea level, etc.) are presented by medium humus and rich humus typical and chernozem-like subtypes of various thicknesses. In research Meadow-steppe typical (dark brown) soils, humus content is 7.9 %, in chernozem subtypes – 16,2 % (table). The content of total nitrogen, phosphorus and potassium is high – it is 0.75 and 0.75; 0.42 and 0.40; 1.06 and 1.62 % respectively. The amount of nutrients along the profile from top to bottom decreases (table). In Meadow-steppe typical (dark brown) soils the content of easy–hydrolized nitrogen is 5.7 mg per 100 g of soil, mobile phosphorus – 4.9 per 100 g of soil. They are rich in mobile potassium – 40.0 mg per 100 g of soil (table).

Table 1 – Agro-chemical indicators of Aragats mountain massif's soils

Soil type, section number, height above sea level	Depth, cm	Humus, %	General content, %			Mobile compounds, mg/100 g soil		
			N	P_2O	K_2O	N	P_2O	K_2O
Mountain-meadow sod, 3171 m, (control), # 1 (1961)	0–12	22,40	0,87	0,37	1,31	4,92	2,7	28,05
	12–33	4,03	0,37	0,27	1,40	2,80	2,9	7,0
	33–60	1,40	0,11	0,15	1,63	1,00	3,9	3,0
Mountain-meadow sod, 3171 m, # 2 (2016)	0–12	20,7	0,82	0,35	1,24	4,38	2,5	25,4
	12–33	3,9	0,39	0,29	1,37	2,6	4,4	19,60
	33–60	1,5	0,09	0,13	1,66	1,1	4,2	12,0
Mountain-meadow sod–peaty, 3000 m, (control), # 3 (1961)	0–9	32,06	1,81	0,58	1,23	8,6	2,3	36,4
	9–16	12,0	1,81	0,40	1,72	3,7	1,0	19,7
	16–32	8,46	0,78	0,42	1,23	4,2	1,2	20,5
	32–43	5,64	0,41	0,45	1,53	2,80	1,0	22,1
	43–86	3,36	0,32	0,22	1,72	2,40	0,79	21,7
Mountain-meadow sod–peaty, 3000 m, # 4 (2016)	0–9	31,02	1,73	0,56	1,20	7,7	2,2	35,0
	9–16	11,2	1,79	0,42	1,46	3,9	2,4	19,0
	16–32	7,06	0,78	0,44	1,73	4,0	3,2	18,7
	32–43	6,15	0,41	0,50	1,20	2,9	0,94	24,0
	43–86	3,82	0,36	0,39	1,40	2,4	0,79	16,9
Mountain-meadow Low-sod, 2800 m, (control), #5 (1961)	0–5	29,7	0,87	0,37	1,54	11,4	3,3	25,6
	5–20	16,9	0,40	0,20	1,48	7,3	2,8	22,7
	20–45	3,6	0,23	0,17	1,46	4,6	4,4	19,3
	45–83	2,2	0,17	0,13	1,38	1,5	4,9	19,6
Mountain-meadow	0–5	24,7	0,80	0,33	1,45	9,6	2,9	24,2

Low-sod, 2800 m, # 6 (2016)	5–20	16,6	0,35	0,19	1,50	7,4	4,9	27,5
	20–45	3,1	0,22	0,17	1,39	4,4	3,9	22,0
	45–83	2,4	0,18	0,13	1,38	1,3	3,7	20,6
Typical meadow-steppe, 2500 m, (control), # 7 (1961)	0–15	9,6	0,92	0,50	1,18	7,3	5,6	49,2
	15–42	5,0	0,61	0,36	0,64	4,2	7,6	51,0
	42–68	2,3	0,42	0,21	0,72	1,8	4,3	48,8
	68–83	0,81	0,14	0,20	0,28	1,7	3,2	36,4
Typical meadow–steppe, 2500 m, #8 (2016)	0–15	7,9	0,75	0,42	1,06	5,7	4,9	40,0
	15–42	4,4	0,57	0,39	0,66	5,2	6,9	60,0
	42–68	2,4	0,42	0,18	0,29	1,3	4,9	38,5
	68–83	0,83	0,16	0,17	0,29	1,6	3,4	36,9
Meadow-steppe chernozem-like, 2500 m, (control), # 9 (1963)	0–12	17,2	0,78	0,42	1,70	8,4	6,8	31,8
	12–28	12,6	0,50	0,30	1,35	7,3	4,9	19,4
	28–64	2,4	0,21	0,18	1,30	5,0	7,0	13,7
	64–88	1,8	0,19	0,17	1,22	2,6	6,2	14,3
Meadow-steppe chernozem-like, 2500 m, #10 (2016)	0–12	16,2	0,75	0,40	1,62	8,2	6,4	31,6
	12–28	12,5	0,52	0,31	1,30	7,0	4,4	17,5
	28–64	2,6	0,19	0,19	1,27	5,1	6,8	13,6
	64–88	1,8	0,15	0,16	1,24	2,6	6,1	13,9
Mountain-meadow sod, 3172 m, (control), # 11 (1961)	0–6	19,9	1,01	0,35	1,16	3,6	5,0	34,5
	6–20	8,85	0,58	0,20	1,07	2,2	2,0	18,2
	20–30	7,07	0,51	0,25	1.29	2,0	1,3	6,2
Mountain-meadow sod, 3172 m, # 12 (2016)	0–6	13,5	0,80	0,26	0,84	2,6	4,1	27,0
	6–20	6,39	0,46	0,18	0,71	1,9	1,8	16,0
	20–30	7,0	0,54	0,26	1,25	2,1	1,3	6,4

The Mountain-meadow soils of Aragats mountain range are divided into the following sub–types: Mountain-meadow sod–peaty; Mountain-meadow sod (brown) and low-sod (dark-colored) mountain-meadow. It becomes obvious from the presented data that Mountain-meadow sod-peaty soils contain a large amount of humus (organic matter) 31.02 %, which gradually decreases in depth. The amount of total nitrogen is 1.73 %, phosphorus – 0.56, potassium – 1.20 %, their mobile forms are respectively 7.7; 2.2; 35.0 mg per 100 g of soil.

Mountain-meadow sod soils are characterized by a high content of humus, which in the upper horizons is 20.7 %, total nitrogen – 0.82, phosphorus – 0.33, potassium – 1.24 %, and mobile forms (N, P_2O_5, K_2O) – 4.08; 2.5; 28.05 mg per 100 g of soil, respectively.

Mountain-meadow low-sod soils have a high humus content of 24.7 %. The content of total nitrogen is 0.84 %, phosphorus 0.33, potassium 1.5 %. Significant content of mobile forms of nutrients (N, P_2O_5, K_2O) is typical for these soils (table).

One of the main tasks of this project was also the study of humus, total and mobile forms of nutrients content dynamics in conditions of possible warming of the climate and desertification. As the data in Table 1 show, the content of humus, total phosphorus and potassium, also their mobile forms in the studied soils depends on many factors, the main of which is soil types and subtypes. Thus, the content of humus in the upper horizons of Mountain-meadow sod soils, as compared with the control (section No 1), decreased by 7.6 %, total nitrogen – 5.7, phosphorus – 5.4, potassium – 5.3 %, and mobile nitrogen – 10.9 %, phosphorus – 7.4, potassium – 9.5 %. In Mountain-meadow sod-peaty soils, the humus content in comparison with the control (section No 3) decreased by 3.2 %, total nitrogen – 4.4, phosphorus and potassium – 3.4 and 2.4 %, respectively.

In Mountain-meadow low–sod soils, the humus content in the horizons (0–5 cm) compared to the control (section No 5) decreased by 16.8 %, total nitrogen by 5.1, phosphorus by 10.8, potassium – by 5.84 %, the amount of mobile nitrogen, phosphorus and potassium decreased by 15.8; 12.1; 5.5 % respectively. Reduction of the main components (humus, total and mobile forms of nitrogen, phosphorus and potassium) is also characteristic in the lower horizons (5–20 cm) (table).

It should be mentioned that agrochemical indicators' changes in the lower horizons of Mountain-meadow soils subtype does not happen naturally (table).

The data in Table 1 also show that the maximum decrease in the humus content is registered in Meadow-steppe (dark brown) typical soils. Thus, the content of humus in comparison with the control (section No 7) decreased by 17.7 %, total nitrogen by 18.5, phosphorus by 16.0, potassium by 10.2 %,

and their mobile forms by 21.9; 12.5; 18.7 %, respectively (table). Comparatively, a minimal decrease in humus, total and mobile forms of nutrients from Meadow-steppe soils is characteristic of Meadow-steppe chernozem-like subtype soils. Hence, in the upper humus horizons (0–12 cm), the amount of humus compared to the control (section No. 9) decreased by 5.8 %, total and mobile nitrogen by 3.8 and 2.4, phosphorus – by 4.8 and 5.9, potassium – by 4.7 and 6.6 %, respectively.

The impact of the anthropogenic factor on the agrochemical indicators of the Mountain-meadow soils of Aragats mountain range is clearly seen in section No. 12, laid in the area designated as a pasture for animals and used as pastures. This section is laid in the south-western direction and 2.5 km from the Aragats station.

The humus content in the upper horizons of the soil (0–6 and 6–20 cm) of this section compared with the control (section No. 11) decreased by 33.2 and 27.8 %, total nitrogen by 20.8 and 20.69 %, phosphorus – by 25.7 and 10.0 %, potassium by 27.6 and 33.6 %, and of mobile forms by 27.8 and 13.6; 18.0 and 10.0; 21.7 and 11.6 %, respectively. In the lower horizon (20–30 cm), the content of humus and nutrients changes not naturally.

Conclusions. Thereby, based on the conducted research, the following conclusions can be made:

1. The warming of the climate, the decrease in the amount of average annual precipitation, the increase in the impact of the anthropogenic factor on the territory of Aragats mountain massif over the past 46 years have led to soil degradation and a decrease in humus content by 3.24–33.2 %, total nitrogen by 3.8–20.8, phosphorus – by 5.4–25.7, potassium by 4.7–27.6 %, and mobile forms by 2.4–27.8;4.8–18.0; 4.7–21.7 %, respectively.

2. The change in agrochemical indicators also depends on the type and subtype of soils, the elevation of the area, the sun exposure, steepness and the relief of the terrain.

REFERENCES

1. Arinushkina Y.V., Instruction manual on soil chemical test, Pub. MSU, M., 1961, p. 491 (in Russian)
2. Babayan G.B., Gasparyan O.B., Investigation of Mountain-meadow soils of the Aragats High–altitude Agrochemical Station, Report of the Institute of Agrochemical Problems and Hydroponics. Yerevan, AN Arm. SSR, 1961, № 4, 10, pp. 19–27 (in Russian)
3. Babayan G.B., Agrochemical characteristics of Mountain-meadow soils of the Armenian SSR. Yerevan: AN Arm. SSR, 1982, p.135 (in Russian)
4. Edilyan R.A., Soils of the Armenian SSR. Yerevan, “Hayastan”, 1976, p. 387 (in Russian)
5. Gabrielyan G.K., Desertification process in the territory of RA, Int. Sci. Conf., Yerevan, 2000, pp. 9–11. (in Russian)
6. Hairapetyan E.M., Shirinyan A.B., The main factors promoting the process of desertification in the territory of Armenia and measures of resisting them, Int. Sci. Conf., Yerevan, 2000. pp. 11–13 (in Russian)
7. The second national report upon climate change (GEF Project Implemented by UNDP) // Ministry of Nature Protection of the RA, “Lusabac”, Yerevan, 2010, p. 146 (in Armenian)

УДК 631.87 : 635.563

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН *RAPHANUS SATIVUS* L.

Домась Андрей Степанович, *кандидат сельскохозяйственных наук, УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», **Беларусь**, Брест, wolf-983@mail.ru*

Нестерук Людмила Владимировна, *УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», **Беларусь**, Брест*

Наибольший положительный эффект от применения гуминовых веществ в результате предпосевной обработки семян *Raphanus sativus* L. получен в варианте с гуминовым препаратом «Гуми». Препарат «Оксигумат» оказывал ингибирующее влияние на все регистрируемые показатели проростков *Raphanus sativus* L.

Ключевые слова: гуминовые удобрения, редис, семена, эффективность, обработка семян, всхожесть, энергия прорастания.

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF HUMIC PREPARATIONS AS A RESULT OF PRE-SOWING SEED TREATMENT *RAPHANUS SATIVUS* L.

Domas A. S., Nesteruk L. V.

The greatest positive effect from the use of humic substances as a result of pre-sowing treatment of Raphanus sativus L. seeds was obtained in the variant with the humic preparation "Gumi". The preparation "Oxyhumate" had an inhibitory effect on all registered indicators of Raphanus sativus L.

Keywords: humic fertilizers, radish, seeds, efficiency, seed treatment, germination, germination energy.

Интерес к гумусу не утихает уже длительное время. А в связи с тенденциями на применение «зеленых» технологий использование гумусовых веществ (ГВ) в сельском хозяйстве является весьма актуальным. Это обусловлено не только отсутствием токсического эффекта от применения ГВ, но и целым рядом положительных качеств, что способствует значительному улучшению роста растений. В литературе отмечается положительное влияние ГВ на развитие семян (при их предпосевной обработке или при внесении ГВ в бедные почвы), укоренение черенков, корнеобразование и развитие растений в целом (повышение урожайности и качества продукции) [1, 2]. Отмечается положительная реакция посевов на использование регуляторов роста как при предпосевной обработке семян, так и растений в стадии вегетации [3].

Цель исследования – оценить эффективность различных гуминовых препаратов при предпосевной обработке семян *Raphanus sativus* L.

Исследование проводилось на базе кафедры ботаники и экологии БрГУ им. А. С. Пушкина в октябре 2019 г. Для опыта нами использовались следующие гуминовые препараты: «Оксидат торфа» (ОТ), «Гумат калия» (ГК), «Оксигумат» (ОГ), «Биогумус» (БГ), «Гуми». Выбранные для опытов препараты рекомендованы для предпосевной, корневой и внекорневой подкормки растений, безопасны для человека, животных и полезных насекомых, экологически безвредны. Для исследования мы использовали редис сорта Скарлет Глоб. В качестве регистрируемых параметров нами определялись показатели энергии прорастания, всхожести, длины стебля и корня. Регистрация показателей энергии прорастания и всхожести производилась согласно ГОСТ на 3 и 6-й дни опыта соответственно [4]. Измерения длины стебля и корня осуществляли на 6-й день опыта.

Замачивание семян *Raphanus sativus* L. в тестируемых препаратах производилось согласно прилагаемым инструкциям. После замачивания семена редиса равномерно выкладывались по 25 шт. в чашки Петри на смоченную отстоявшейся водопроводной водой фильтровальную бумагу, закрывались и выставлялись на проращивание в термостат при температуре 22 ^{0}С. Опыт проводился в трехкратной повторности. В качестве контроля использовалась отстоявшаяся водопроводная вода.

Наиболее интенсивно раннее развитие редиса происходило после обработки семян раствором препарата «Гуми». Так, энергия прорастания здесь составила 92 %, что было сравнимо со значением данного параметра в контроле (90 %). Предпосевная обработка семян тест-культуры в растворах других гуминовых препаратов оказывала ингибирующее действие на раннее развитие растений – энергия прорастания в данных вариантах составила лишь 84 (БГ, ГК) и 82 % (ОГ, ОТ).

На 6-й день эксперимента значительных изменений в количестве проросших семян не наблюдалось. Так, в контрольном варианте и в вариантах с обработкой семян препаратами БГ и Гуми показатель всхожести тест-культуры остался на уровне ранее регистрируемых показателей 84 и 92 % соответственно. Количество проросших семян незначительно увеличивалось при использовании препарата «Оксидат торфа» – с 82 до 84 %. Увеличение с 82 % до 86 и с 84 до 88 % наблюдалось в вариантах с такими гуминовыми удобрениями как «Оксигумат» и «Гумат калия» соответственно. Тем не менее лишь один вариант (Гуми) превышал значение всхожести контрольного варианта.

Более существенное влияние вид препарата оказывал на длину корня (рисунок 1). Наиболее высокий результат отмечается среди растений, обработанных раствором «Гуми». Здесь средняя длина корешка превышала таковую в контроле более чем в 1,3 раза и достига-

ла 82,1 мм. Несколько более низкими результатами отмечалось применение растворов «Оксидат торфа» и «Гумат калия» – 63,6 и 63,6 мм соответственно. В то же время при обработке семян препаратом «Оксигумат» наблюдалось незначительное угнетение роста корешков – на 6,1 % рост был ниже контроля. Схожим результатом с контролемя характеризовались проростки из семян, обработанных препаратом «Биогумус» (рисунок 1).

Влияние гуминовых препаратов на длину стебля было менее выраженным. Наиболее низким средним показателем длины стебля характеризовались ростки *Raphanus sativus* L. в вариантах «Оксигумат» и «Гумат калия» – 11,5 и 11,6 мм соответственно. Прочие варианты показали более высокие результаты, однако все ниже контроля (рисунок 1).

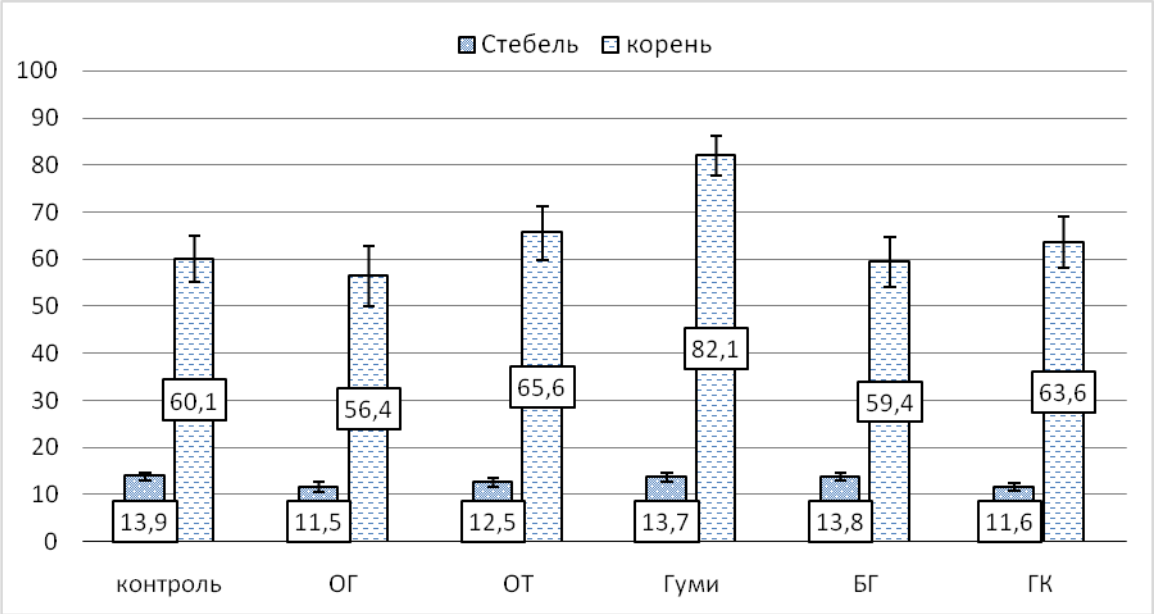


Рисунок 1 – Длина стебля и корня Raphanus sativus L. после обработки семян гуминовыми препаратами

По совокупности показателей наибольший положительный эффект от применения предпосевной обработки семян *Raphanus sativus* L. получен в варианте с гуминовым препаратом «Гуми». В то же время мы констатируем ингибирующую роль препарата «Оксигумат» на все регистрируемые показатели семян и проростков *Raphanus sativus* L.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федотов Г. Н. Биологическая активность гумусовых веществ и их влияние на свойства семян / Г. Н. Федотов [и др.] // Лесной вестник / Forestry Bulletin. – 2017. – Т. 21. – № 2. – С. 26–36.

2. Hassan A. Effect of humic acid on root elongation and percent seed germination of wheat seeds / A. Hassan [etc.] // International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 2014 – Vol. 7 (4). – P. 196–201.

3. Деева В. П. Регуляторы роста растений: механизмы действия и использование в агротехнологиях / В. П. Деева. – Мн. : Беларус. наука, 2008. – 133 с.

4. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести (с изменениями № 1, 2).

УДК 631.8.022.3 : 631.95 : 631.879.32

ЭКОЛОГО-АГРОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ФОСФОГИПСА НЕЙТРАЛИЗОВАННОГО ПРИ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИИ В КАЧЕСТВЕ ПОЛИКОМПОНЕНТНОГО УДОБРЕНИЯ НА ПОСЕВАХ ПОДСОЛНЕЧНИКА В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ

Есипенко Сергей Владимирович, *кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»,* ***Россия****, г. Краснодар, xyberfairy@yandex.ru*

Шеуджен Асхад Хазретович, *доктор биологических наук, профессор ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»,* ***Россия****, г. Краснодар*

Бондарева Татьяна Николаевна, *кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»,* ***Россия****, г. Краснодар*

Давиденко Андрей Сергеевич, *ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»,* ***Россия****, г. Краснодар*

Гнилицкий Матвей Владиславович, *ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»,* ***Россия****, г. Краснодар*

Использование фосфогипса нейтрализованного позволяет решить две существенные проблемы: снижение затрат на производство сельскохозяйственной продукции вследствие замены минеральных удобрений побочным продуктом их производства и исключение его негативного воздействия на экологию региона в местах производства фосфорных удобрений.

Ключевые слова: фосфогипс нейтрализованный, подсолнечник, урожайность, экономическая эффективность.

ECOLOGICAL AND AGROCHEMICAL ASSESSMENT OF PHOSPHOGYPSUM NEUTRALIZED WHEN IT IS USED AS A MULTICOMPONENT FERTILIZER ON SUNFLOWER SEEDS IN THE CONDITIONS OF THE WESTERN CAUCASUS

Esipenko S. V., Sheudzhen A. Kh., Bondareva T. N., Davydenko A. S., Gnilitsky M. V.

The use of neutralized phosphogypsum can solve two significant problems: reducing the cost of agricultural production due to the replacement of mineral fertilizers with a by-product of their production and excluding its negative impact on the ecology of the region in places where phosphorous fertilizers are produced.

Keywords: neutralized phosphogypsum, sunflower, yield, economic efficiency.

Эффективность развития агропромышленного комплекса Кубани тесно связана с научными исследованиями, направленными на поддержание и воспроизводство плодородия почвы при высокой продуктивности и качестве продукции растениеводства. Краснодарский край в настоящие время занимает лидирующее позиции в развитии сельского хозяйства. Однако при повышении урожайности сельскохозяйственных культур вынос макроэлементов растениями значительно превышает их восполнение с минеральными удобрениями, поэтому необходим поиск дополнительных резервов возмещения элементов минерального питания в почву. Из-за высоких цен на удобрения, трудностей их транспортировки и хранения, которые могут создавать при несоблюдении соответствующих регламентов экологическую угрозу, применение минеральных удобрений снижено на в 2–3 раза по сравнению с реальной потребностью.

В связи с этим на первый план выходят исследования по разработке технологий использования промышленных отходов в качестве агрохимических средств с целью одновременной их утилизации и повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Одним из таких агрохимических средств может являться фосфогипс нейтрализованный. В нем содержится фосфор в виде труднорастворимых солей (от 2 до 4 %), который при систематическом внесении физиологически кислых азотных и калийных удобрений становится доступным для выращиваемых культур. Также фосфогипс может являться источником таких мезоэлементов, как кальций и сера [2, 3].

Цель исследований: разработка технологии использования фосфогипса в сельском хозяйстве в условиях почв черноземного типа Центральной зоны Кубани на примере подсолнечника.

Объекты исследований: чернозем выщелоченный; среднеранний высокоурожайный простой гибрид подсолнечника Пионер Р118; фосфогипс нейтрализованный (MgO – 0,025; $P_{общ.}$ (по P_2O_5) – 2,00; $S_{общ.}$ – 21,5; K_2O < 0,001; CaO – 37,12 %), минеральные удобрения: карбамид (46 % N), аммофос (12 % N, 52 % P_2O_5) и калий хлористый (60 % K_2O).

Научно-исследовательские работы выполнялись на опытном поле кафедры агрохимии в учхозе «Кубань» Кубанского ГАУ им. И. Т. Трубилина.

Опыт заложен в 2019 г. Повторность вариантов трехкратная. Предшественник – озимая пшеница.

Схема опыта:

1. Контроль (без удобрений)
2. $N_{20}P_{40}K_{20}$
3. $N_{20}K_{20}$
4. $N_{20}K_{20}$ + ФГ 2 т/га
5. $N_{20}K_{20}$ + ФГ 4 т/га
6. $N_{20}K_{20}$ + ФГ 6 т/га

Размещение делянок рендомезированное. Общая площадь делянки – 162 м^2 (30*5,4), а учетная – 54,2 м^2. Агротехника в опыте была общепринятой для зоны достаточного, но неустойчивого увлажнения и соответствовала рекомендованной. Удобрения вносили в 2018 г. осенью с последующей заделкой в почву.

Все аналитические работы выполнялись согласно общим требованиям к проведению анализов.

Результаты исследований. Увеличение производства семян подсолнечника можно осуществлять за счет совершенствования системы удобрения культуры при выращивании. Рациональная система удобрений строится на знании биологических особенностей растений. Формирование урожая культуры и доля в нем хозяйственно ценной части – семян подсолнечника – является итогом сложных физиолого-биохимических процессов, протекающих в органах растений [1]. Направленность этих процессов определяется, прежде всего, влиянием условий минерального питания растений подсолнечника на его урожайность (таблица 1).

Таблица 1 – Урожайность подсолнечника, 2019 г.

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка	
		ц/га	%
Контроль	19,2	-	-
$N_{20}P_{40}K_{20}$	22,7	3,5	18,2
$N_{20}K_{20}$	22,0	2,8	14,6
$N_{20}K_{20}$ + ФГ 2 т/га	22,8	3,6	18,8
$N_{20}K_{20}$ + ФГ 4 т/га	24,8	5,6	24,4
$N_{20}K_{20}$ + ФГ 6 т/га	23,5	4,3	22,4
$НСР_{05}$		3,9	

Улучшение условий минерального питания растений подсолнечника, определило более высокий уровень урожайности семян. При последействии минеральных удобрений и фосфогипса нейтрализованного $N_{20}P_{20}K_{20}$, $N_{20}K_{20}$ + ФГ 4 т/га и $N_{20}K_{20}$ + ФГ 6 т/га отмечен и ее рост. Относительно контроля (19,2 ц/га) он был равен 3,6; 5,6 и 4,3 ц/га, или 18,8; 24,4 и 22,4 %, соответственно. Одним из факторов, определяющих уровень изменения продуктивности растений подсолнечника, являются такие показатели, как диаметр корзинки (общий), процент пустозерности семян, масса семян из одной шляпки, количество семянок в одной шляпке. Средневзвешенные показатели на наиболее эффективном варианте ($N_{20}K_{20}$ + ФГ 4 т/га) были равны 20,6 см, 2,5 %, 65,6 г и 995,0 шт.

Действие минеральных удобрений и фосфогипса нейтрализованного способствовало не только повышению урожайности, но и улучшению качества семян подсолнечника (таблица 2).

Таблица 2 – Качество урожая семян подсолнечника, 2019 г.

Вариант	Масличность, %	Сбор масла, ц/га	Прибавка	
			%	ц/га
Контроль	54,5	10,46	-	-
$N_{20}P_{40}K_{20}$	56,3	12,78	1,8	2,32
$N_{20}K_{20}$	55,5	12,21	1,0	1,75
$N_{20}K_{20}$ + ФГ 2 т/га	56,2	12,81	1,7	2,35
$N_{20}K_{20}$ + ФГ 4 т/га	56,2	13,93	1,7	3,47
$N_{20}K_{20}$ + ФГ 6 т/га	56,6	13,30	2,1	2,84
$НСР_{05}$			1,8	

Масличность от применения $N_{20}K_{20}$ + ФГ 4 т/га и $N_{20}K_{20}$ + ФГ 6 т/га повысилась относительно контроля на 3,1 и 3,9 %.

Применение удобрений является основным средством, значительно улучшающим плодородие чернозема выщелоченного и увеличивающим рентабельность возделывания сельскохозяйственных культур. Рациональная система удобрения обеспечивает получение максимального экономического эффекта от оптимальных норм удобрений. Оценку экономической эффективности действия минеральных удобрений на посевах подсолнечника давали по следующим основным показателям: уровню урожайности, величине прибавки урожая культуры, себестоимости продукции. Агрономическую эффективность последействия фосфогипса нейтрализованного оценивали по эффективности удобрений от применения 1 кг д. в., эффективности от применения удобрений (разница стоимости прибавки и стоимости удобрений), а также норме рентабельности и чистому доходу, полученному от выращивания сельскохозяйственных культур [1].

В соответствии с принятой агротехнологией возделывания подсолнечника в учхозе «Кубань» КубГАУ определены производственные затраты на производство продукции и уборку дополнительного урожая, а также затраты на удобрения (транспортировку, подготовку к внесению, внесение) (таблица 3).

Таблица 3 – Экономическая эффективность применения фосфогипса нейтрализованного на посевах подсолнечника, 2019 г.

Наименование статьи	Ед. изм.	Контроль	$N_{20}P_{40}K_{20}$	$N_{20}K_{20}$	$N_{20}K_{20}$ + ФГ 2 т/га	$N_{20}K_{20}$ + ФГ 4 т/га	$N_{20}K_{20}$ + ФГ 6 т/га
Сумма затрат на 1 га	руб./га	16 588	23 224	22 215	21 113	21 309	21 475
Заработная плата и налоги	руб./га	5 300	5 300	5 300	5 300	5 300	5 300
Семена	руб./га	3 180	3 180	3 180	3 180	3 180	3 180
СЗР	руб./га	3 445	3 445	3 445	3 445	3 445	3 445
Минеральные удобрения	руб./га	–	5 627	4 388	4 555	4 721	4 887
ГСМ	руб./га	2 915	2 915	2 915	2 915	2 915	2 915
Амортизация	руб./га	1 563	1 563	1 563	1 563	1 563	1 563
Прочие затраты	руб./га	1 194	1 194	1 194	1 194	1 194	1 194
Урожайность в бункерном весе	т/га	2,16	2,38	2,27	2,38	2,37	2,32
Урожайность в зачетном весе	т/га	1,92	2,27	2,20	2,28	2,48	2,35
Себестоимость продукции	руб./т	7 679	9 758	9 786	8 871	8 991	9 256
Цена реализации	руб./т	18 500	18 500	18 500	18 500	18 500	18 500
Выручка	руб./га	35 520	41 995	40 700	42 180	45 880	43 475
Прибыль [Чистый доход]	руб./га	18 932	18 771	18 485	21 067	24 571	22 000
Рентабельность	%	114,1	80,8	83,2	99,8	115,3	102,4

Использование рекомендованной нормы фосфогипса в 4 т/га обеспечивает более высокую урожайность подсолнечника и экономически оправданно. Себестоимость подсолнечника составила 8 991 руб./т, уровень рентабельности – 115,3 %, чистый доход 24 571 руб./га.

Выводы

1. Создание благоприятных условий минерального питания растений привело к повышение урожайности масло-семянок подсолнечника. Однако, достоверные прибавки отмечены в условиях внесения азотно-калийного удобрения в дозе 20 кг/га д. в. совместно с 4 и 6 т/га фосфогипса. В этих условиях урожайность составила 24,8 и 23,5 ц/га, что превысило контрольный вариант на 24,4 и 22,4 % соответственно.

2. Применение полного минерального удобрения, внесение азота и калия совместно с 6 т/га фосфогипса достоверно повысили содержания жира на 1,8 и 2,1 % по сравнению с контролем. Однако максимальный сбор масла отмечен в условиях внесения азотно-калийного удобрения совместно с 4 т/га фосфогипса и составил 13,9 ц/га.

3. Для практического использования под технические пропашные культуры можно рекомендовать применение азотно-калийного удобрения в дозе 20 кг/га д. в. совместно с 4 т/га фосфогипса под основную обработку почвы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шеуджен А. Х. Влияние длительного применения минеральных удобрений на плодородие чернозема выщелоченного Западного Предкавказья // А. Х. Шеуджен, Л. М. Онищенко, Т. Н. Бондарева, В. В. Дроздова, И. А. Лебедовский, М. А. Осипов, С. В. Есипенко / Агрохимия. – 2017. – № 5. –С. 3–11.

2. Шеуджен А. Х. Фосфорный режим чернозема выщелоченного Западного Предкавказья в условиях агрогенеза // А. Х. Шеуджен, В. П. Суетов, Л. М. Онищенко, М. А. Осипов, С. В. Есипенко, Т. Ф. Бочко, Т. Н. Бондарева / Тр. Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 47. – С. 98–108.

3. Шеуджен А. Х. Фосфогипс нейтрализованный – высокоэффективное поликомпонентное удобрение на посевах зерновых культур // А. Х. Шеуджен, Л. М. Онищенко, Т. Н. Бондарева, С. В. Есипенко / Тр. Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 52. – С. 144–148.

УДК 631.82:633.854.78]:631.445.4(470.620)

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПИЩЕВОЙ РЕЖИМ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ПОД ПОСЕВАМИ ПОДСОЛНЕЧНИКА В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЗОНЫ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Дроздова Виктория Викторовна *кандидат биологических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»,* ***Россия****, г. Краснодар, drozdova2012.d@yandex.ru*

Кучукова Олеся Андреевна,*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»,* ***Россия****, г. Краснодар, olesya-kuchukova@mail.ru*

Изучено действие минеральных удобрений на содержание основных элементов питания в черноземе выщелоченном под посевами подсолнечника. Положительное влияние удобрений на пищевой режим почвы сказалось на урожайности семян подсолнечника (23,9 ц/га) и содержания в них масла (47,6 %).

Ключевые слова: подсолнечник, чернозем выщелоченный, минеральные удобрения, урожайность, масличность.

INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZERS ON THE FOOD MODE OF BLACK CEREZOMES UNDER SUNFLOWER SEEDS IN THE CONDITIONS OF THE CENTRAL ZONE OF THE KRASNODAR REGION

Drozdova V. V., Kuchukova O. A.

The effect of mineral fertilizers on the content of basic nutrients in leached chernozem under sunflower crops was studied. The positive effect of fertilizers on the food regime of the soil affected the yield of sunflower seeds (23.9 c/ha) and their oil content (47.6 %).

Key words: sunflower, leached chernozem, mineral fertilizers, productivity, oil content.

Подсолнечник является основной масличной культурой нашей страны. Посевные площади данной культуры в Краснодарском крае занимают 174 532 тыс. га. Масло семян подсолнечника имеет высокие пищевые и вкусовые качества, применятся и в натуральном виде и при производстве различных продуктов питания. В нем содержатся биологически активные вещества: фосфатиды, витамины и другие очень ценные для питания компоненты. Ис-

пользуя из почвы большое количество питательных веществ, эта культура предъявляет высокие требования к условиям роста и развития. Для получения качественного урожая данной культуры необходимо высокое содержание элементов питания в почве.

Для изучения действия минеральных удобрений на урожайность и качество семян подсолнечника был проведен полевой опыт в учхозе «Кубань» КубГАУ с гибридом Пионер – P64HE118 в условиях чернозема выщелоченного [1]. Изучалось действие применения отдельно азотных, фосфорных и калийных удобрений, а также полного удобрения в различных нормах на пищевой режим почвы под посевами подсолнечника и формирование урожайности семян. Изучались следующие варианты: $N_{40}P_0K_0$, $N_0P_{60}K_0$, $N_0P_0K_{40}$, $N_{40}P_{60}K_{40}$, $N_{20}P_{30}K_{20}$, $N_{60}P_{90}K_{60}$ [2]. В результате исследований было выявлено, что внесенные минеральные удобрения благоприятно повлияли на пищевой режим изучаемой почвы.

Анализируя содержание минерального азота в почве под посевами подсолнечника, видно, что его максимальное содержание было в начале развития растений и к концу вегетации, оно снижалось, т. к. в процессе своего питания культура активно использовала этот элемент [3]. Количество нитратного азота достигало максимума на вариантах с внесением $N_{40}P_{60}K_{40}$ (27,5 мг/кг) и $N_{60}P_{90}K_{60}$ (25,8 мг/кг). К середине вегетации, в фазу развития корзинки подсолнечника, количество нитратного азота в почве снижалось (рисунок 1).

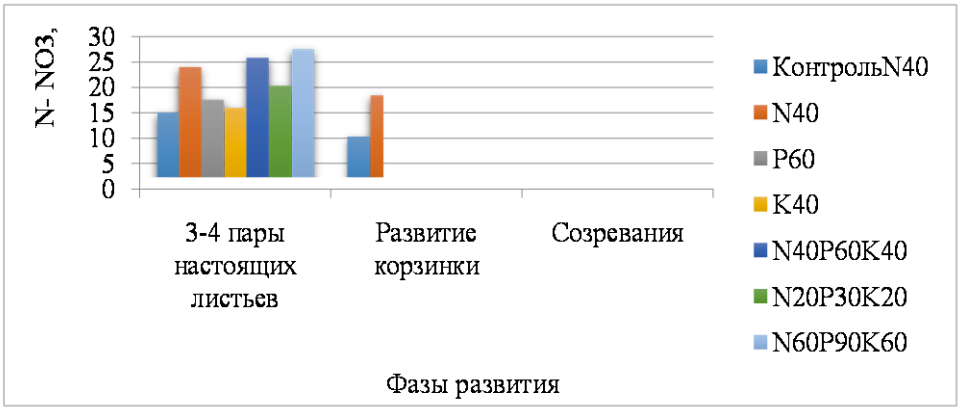


Рисунок 1 – Динамика содержания $N–NO_3$ в черноземе выщелоченном, мг/кг.

Максимальное содержание нитратного азота отмечено на варианте с внесением тройной нормы, превышение над контролем составило 12,7 мг/кг, или 123 %. В варианте с применением N_{40} содержание нитратов составило 24,0 мг/кг, что больше контроля на 9,0 мг/кг.

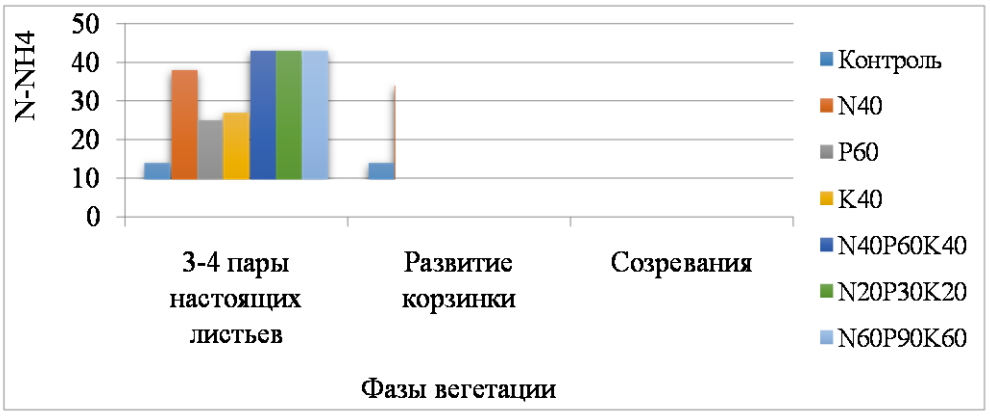


Рисунок 2 – Динамика содержания $N–NH_4$ в черноземе выщелоченном, мг/кг

Наибольшее содержание аммонийного азота в почве наблюдается в начале вегетации растений при внесении N_{40}, $N_{40}P_{60}K_{40}$ и $N_{60}P_{90}K_{60}$ и составило 38,0, 43,0 и 43,0 мг/г, что больше контроля на 24,0, 29,0 и 29,0 мг/кг соответственно (рисунок 2).

Количество подвижного фосфора в почве уменьшалось в процессе вегетации подсолнечника (рисунок 3).

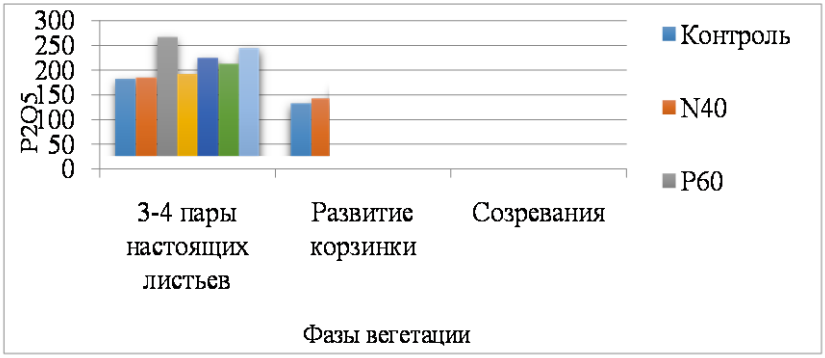


Рисунок 3 – Динамика содержания P_2O_5 в черноземе выщелоченном, мг/кг

При применении минеральных удобрений количество фосфора колебалось в пределах 132,5–267,5 мг/кг, достигая минимума в фазу созревания. Наибольшее содержание фосфора в фазу 3–4 настоящих листа наблюдалось в вариантах с применением P_{60}, $N_{40}P_{60}K_{40}$ и $N_{60}P_{90}K_{60}$ и составило 267,5, 225 и 245 мг/кг, что больше контроля на 85,0, 42,5 и 62,5 мг/кг соответственно. Также в фазу созревания на данных вариантах содержание фосфора составило 172,5, 170,0 и 182,5 мг/кг, что больше неудобренного варианта на 50,0, 47,5 и 60,0 мг/кг соответственно.

Особенность подсолнечника – калиефильность, поэтому он особенно чувствителен к содержанию данного элемента в почве. В фазу развития корзинки наблюдалось снижение доступного калия в почве – в среднем по вариантам на 47–55 % (рисунок 4).

К фазе созревания количество подвижного калия уменьшилось. В начале вегетации подсолнечника наибольшее содержание этого элемента в почве наблюдалось в вариантах K_{40}, $N_{40}P_{60}K_{40}$, $N_{60}P_{90}K_{60}$ и составило 410,0, 430,0 и 432,5 мг/кг, что превысило контроль на 77,5, 97,5 и 100,0 мг/кг соответственно.

Рисунок 4 – Динамика содержания K_2O в черноземе выщелоченном, мг/кг

Улучшение пищевого режима чернозема выщелоченного под посевами подсолнечника за счет применения удобрений положительно сказалось на продуктивности этой культуры (таблица 1) [4,5]. Так, средняя урожайность семян подсолнечника по всем вариантам составила 23,9 ц/га. Максимальная урожайность наблюдалась на вариантах $N_{40}P_{60}K_{40}$ и $N_{60}P_{90}K_{60}$ и составила 26,1 и 27,0 ц/га, что выше контроля на 5,8 и 6,7 ц/га соответственно. На варианте с внесением $N_{40}P_0K_0$ урожайность составила 25,1 ц/га, что превысило контрольный вариант на 4,8 ц/га.

Одним из важнейших показателей продуктивности подсолнечника является масличность семян (таблица). Максимальное содержание масла в семенах наблюдалось в вариантах с внесением полного удобрения ($N_{40}P_{60}K_{40}$, $N_{60}P_{90}K_{60}$) и составила 48,8 % и 48,8 %, что превысило контроль на 4,2 и 4,2 % соответственно. В вариантах с односторонним внесением

удобрений $N_{40}P_0K_0$, $N_0P_{60}K_0$ и $N_0P_0K_{40}$ данный показатель составил 47,7, 47,9 и 48,8 %, что больше контрольного варианта на 3,1, 3,3 и 4,2 % соответственно.

Таблица – Урожайность и качество семян подсолнечника в условиях чернозема выщелоченного

Вариант опыта	Урожайность семян	Прибавка		Маслич-ность	Сбор масла	Прибавка	
	ц\га	ц/га	%	%	кг/га	кг/га	%
000	20,3	___	___	44,6	90,5	-	-
200	25,1	4,8	19,1	47,7	119,7	29,2	24,4
020	23,9	3,6	15,1	47,9	114,5	24,0	21,0
002	22,6	2,3	10,2	48,4	109,4	18,9	17,3
222	26,1	5,8	22,2	48,8	127,4	36,9	29,0
111	22,5	2,2	9,8	47,3	106,4	15,9	14,9
333	27,0	6,7	24,8	48,8	131,8	41,3	31,3
$НСР_{05}$	1,58-0,86			0,76-1,9			

Таким образом, применение удобрений положительно повлияли на пищевой режим чернозема выщелоченного под посевами подсолнечника, что в конечном итоге отразилось на формирование и урожая семян подсолнечника и на их качестве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дроздова В. В. Влияние минеральных удобрений на питательный режим почвы, урожайность и качество корнеплодов сахарной свеклы / В. В. Дроздова, Н. Е. Редина // Политем. сет. электрон. науч. журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 111.– С. 1643–1657.

2. Дроздова В. В. Урожайность и качество люцерны 3-го года жизни на черноземе выщелоченном в зависимости от вносимых удобрений / В. В. Дроздова, К. Н. Мхоян // Энтузиасты аграрной науки : Сб. статей по материалам междунар. конф., посвященной советскому и российскому организатору сельского хозяйства, академику ВАСХНИЛ и РАН, Герою Социалистического Труда Трубилину Ивану Тимофеевичу / А. Х. Шеуджен (науч. ред.). – 2016. – С. 145–151.

3. Шеуджен А. Х. Влияние длительного применения минеральных удобрений на плодородие чернозема выщелоченного Западного Предкавказья / А. Х. Шеуджен, Л. М. Онищенко, Т. Н. Бондарева, В. В. Дроздов, И. А. Лебедовский, М. А. Осипов, С. В. Есипенко // Агрохимия. – 2017. – № 5. – С. 3–11.

4. Шеуджен А. Х. Влияние доз и сочетаний минеральных удобрений на урожайность и качество сельскохозяйственных культур, возделываемых на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья / А. Х. Шеуджен, А. И. Столяров, Л. П. Леплявченко, Л. И. Громова, В. В. Дроздова. // Тр. КубГАУ. – 2008. – № 431. – С. 160.

5. Шеуджен А. Х. Плодородие и продуктивность чернозема выщелоченного при длительном применении удобрений в севообороте / А. Х. Шеуджен, Л. М. Онищенко, В. П. Суетов, В. В. Дроздова, Т. Н. Бондарева, И. А. Лебедовский, С. В. Жиленко, М. А. Осипов, С. В. Есипенко, И. А. Булдыкова // 75 лет Географической сети опытов с удобрениями : Материалы Всерос. совещ.я науч. учреждений-участников Географической сети опытов с удобрениями. – 2016. – С. 326–336

УДК 574.24

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВАЛИДНОСТИ МЕТОДА БИОТЕСТИРОВАНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕНОФОНДОВ СОРТОВ В КАЧЕСТВЕ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ ПШЕНИЦЫ

Бражникова Анжелика Анатольевна, *ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет»,* ***Россия,*** *г. Оренбург, lika.brazhnikova@bk.ru*

Гарипова Розалия Фановна, *доктор биологических наук, профессор ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет»,* ***Россия****, г. Оренбург, garipova-r@yandex.ru*

Для рационализации формирования исходного материала для селекции яровой пшеницы предлагается проведение предварительных лабораторных испытаний семян культуры на модельных средах. Использованный в наших экспериментах метод биотестирования основан на анализе нормы реакции совокупности растений на сложившиеся почвенные условия. По результатам биотестирования из 19 сортов яровой мягкой пшеницы выявлены четыре перспективных для селекции: Оренбургская 23, Кинельская 2010, Тулайковская 108, Челяба Юбилейная. Показана достаточная валидность предлагаемого метода тестирования.

Ключевые слова: биотестирование, исходный материал для селекции, отбор, норма реакции.

DETERMINING THE VALIDITY OF THE BIOTESTING METHOD FOR PREDICTING THE FEASIBILITY OF USING THE GENE POOLS OF VARIETIES AS A SOURCE MATERIAL FOR WHEAT BREEDING

Brazhnikova A. A., Garipova R. F.

To rationalize the formation of the source material for the selection of summer wheat, it is proposed to conduct preliminary laboratory tests of crop seeds on model environment. The biotesting method used in our experiments is based on the analysis of the rate of reaction of the plant population to the prevailing soil conditions. According to the results of biotesting, for selection 4 promising varieties of summer soft wheat were identified from 19 varieties: Orenburgskaya 23, Kinelskaya 2010, Tulaykovskaya 108, and Chelyaba Yubileynaya. Sufficient validity of the proposed testing method is shown.

Keywords: biotesting, source material for selection, selection, reaction rate.

Формирование исходного материала для селекции любых культур, имеющих производственное значение, – кропотливый и наукоемкий процесс. Для рационализации этого процесса предлагается проведение предварительных лабораторных испытаний семян культуры на модельных средах. В частности, прежде всего необходимо проведение оценки адаптированности растений к конкретным почвенным условиям, на фоне которых планируется проведение основного селекционного процесса. Использованный в наших экспериментах метод биотестирования основан на анализе нормы реакции совокупности растений на сложившиеся почвенные условия. При этом пригодные для формирования исходного материала пластичные генофонды интродуцированных сортов должны проявить определенные статистические признаки, свидетельствующие о проявлениях стабилизирующего отбора в популяции. Если в ходе анализа кривых распределения и статистических значений тестерных признаков обнаруживаются признаки дизруптивного (разрывающего) отбора в популяциях, то такие сорта считали не пригодными для создания генотипической основы исходного материала.

Материалы и методика исследования. Семена сортов яровой мягкой пшеницы проращивали в стерильных лабораторных ёмкостях объёмом 500 мл, диаметром 100 мм. Почвенные образцы, отобранные с участков отдела селекции и семеноводства Учебно-опытного хозяйства ОГАУ, где были заложены полевые испытания исследованных сортов пшеницы, высушивали до воздушно-сухого состояния, размалывали в фарфоровой ступке, просеивали через сито диаметром 1 мм. Проращивали по 50 шт. семян в каждом варианте, в трёх повторностях. Семена помещали в ёмкости, засыпали слоем почвы высотой 2 см, поливали 30 мл стерильной дехлорированной воды. Через 7 сут определяли всхожесть, измеряли длину стебля, длину колеоптиля, массу стебля всех проростков. Полученные данные оценивали в соот-

ветствии с методикой биотестирования, разработанной на кафедре агротехнологий, ботаники и селекции растений Оренбургского ГАУ [1, 2]. Валидность биотестирования определялась по степени зависимости между рангами по показателям урожайности семян, полученным в полевых испытаниях, и рангами по результатам биотестирования.

Результаты исследований и обсуждение. По форме графиков распределения морфометрических признаков проростков и статистическим показателям провели оценку сортов яровой мягкой пшеницы. Графики, относительно симметричные с одной вершиной, со значениями асимметрии и эксцесса, приближенными к нулю (относительно кривых в контроле), отнесли к сортам адаптированным в почвенным условиям, и наоборот, кривые двух- и многовершинные, уплощенные, с ярким проявлением значений эксцесса и асимметрии, – к нерекомендованным к использованию в качестве исходного материала сортам. Ранжирование провели по следующим критериям: 1 – форма кривой распределения; 2 – предельные значения интервалов; 3 – среднее значение показателя; 4 – эксцесс распределения; 5 – асимметрия распределения; 6 – коэффициент вариации признака; 7 – всхожесть семян (таблица 1)

Таблица 1 – Ранжирование вариантов по количеству набранных баллов по признакам оптимизации графиков распределения и статистических параметров

Критерии* / Варианты	Длина стебля						Длина колеоптиля						Масса стебля						Всхо жесть	∑
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6		
Воронежская 10	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	9
Тулайковская 105	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Hoffman	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2
Челяба золотистая	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	10
Кинельская 2010	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**0**	**1**	**1**	**0**	**0**	**0**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**0**	**0**	**13**
Кинельская Волна	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	11
Кинельская отрада	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	6
Оренбургская 23	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**0**	**1**	**1**	**0**	**1**	**1**	**0**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**0**	**0**	**14**
Альбидум 32	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	11
Кинельская нива	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	10
Кинельская Юбилейная	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	7
Тулайковская 108	**1**	**1**	**1**	**1**	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**	**1**	**0**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**0**	**0**	**12**
Челяба степная	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	11
Экада 113	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	10
Саратовская 42	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	6
Тулеевская	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	6
Ульяновская 100	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3
Челяба Юбилейная	**1**	**1**	**1**	**1**	**0**	**0**	**1**	**1**	**1**	**0**	**0**	**0**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**0**	**0**	**12**

*Критерии: 1 – форма кривой распределения; 2 – предельные значения интервалов; 3 – среднее значение показателя; 4 – эксцесс распределения; 5 – асимметрия распределения; 6 – коэффициент вариации признака.

Анализ показал, что к числу адаптированных к почвенным условиям Учебно-опытного хозяйства ОГАУ можно отнести сорта: Оренбургская 23, Кинельская 2010, Тулайковская 108, Челяба Юбилейная, которые показали лучшие результаты в модельных лабораторных испытаниях. Нецелесообразно в качестве исходного материала использовать сорта: Саратовская 42, Тулеевская, Ульяновская 100, Кинельская отрада, Тулайковская 105, Воронежская 10, Hoffman, которые показали низкую адаптированность к почвенным условиям в модельных экспериментах и низкие проявление репродуктивного потенциала в условиях поля. Влияние почвенных условий на развитие репродуктивного потенциала изученных сортов яровой мягкой пшеницы определено по коэффициенту ранговой корреляции по Спирмену как средняя степень связи (0,6), что в целом характеризует типичную и безусловную связь между внешними факторами среды и организмами в экологической нише (таблица 2).

Влияние почвенных условий на развитие репродуктивного потенциала изученных сортов яровой мягкой пшеницы определено по коэффициенту корреляции как средняя степень связи (0,6), что в целом характеризует типичную и безусловную связь между внешними факторами среды и организмами в экологической нише. К числу адаптированных к почвенным условиям Учебно-опытного хозяйства ОГАУ можно отнести сорта: Оренбургская 23, Кинельская 2010, Тулайковская 108, Челяба Юбилейная, которые показали лучшие результаты в модельных лабораторных испытаниях.

Таблица 2 – Средние значения урожайности семян различных сортов яровой мягкой пшеницы в полевом эксперименте и значение корреляции между рангами по урожайности семян и биотестирования

Сорт	*Урожайность ц/га	Ранги по урожайности семян	Ранги по результатам биотестирования
Фаворит	17,10±0,36	–	–
Воронежская 10	10,86±0,86	18	11
Тулайковская 105	12,55±0,65	11	16
Hoffman	11,38±0,19	17	18
Челяба золотистая	12,08±0,61	14	9
Кинельская 2010	**14,88±0,83**	**4**	**2**
Кинельская Волна	16,28±0,34	3	6
Кинельская отрада	11,45±0,40	16	14
Оренбургская 23	**14,80±0,60**	**5**	**1**
Альбидум 32	12,45±0,88	12	6
Кинельская нива	16,80±1,32	2	9
Кинельская Юбилейная	18,93±0,50	1	12
Тулайковская 108	**13,90±0,21**	**8**	**3,5**
Челяба степная	14,03±0,75	7	6
Экада 113	14,58±0,461	6	9
Саратовская 42	13,00±0,56	10	14
Тулеевская	11,88±0,33	15	14
Ульяновская 100	12,10±1,19	13	17
Челяба Юбилейная	**13,50±0,56**	**9**	**3,5**
Значение корреляции между рангами			**0,6**
*Доверительные интервалы среднего значения при p=0.05			

Выводы. 1. По результатам проведенного биотестирования растений пшеницы в модельных лабораторных экспериментах, где в качестве ведущего фактора жизнеобеспечения и развития репродукции растений выбраны почвы отдела селекции и семеноводства Учебно-опытного хозяйства ОГАУ, выявлено, что к числу адаптированных к почвенным условиям Учхоза ОГАУ можно отнести сорта яровой мягкой пшеницы: Оренбургская 23, Кинельская 2010, Тулайковская 108, Челяба Юбилейная, которые показали лучшие результаты в модельных лабораторных испытаниях. Нецелесообразно в качестве исходного материала использовать сорта: Саратовская 42, Тулеевская, Ульяновская 100, Кинельская отрада, Тулайковская 105, Воронежская 10, Hoffman, которые показали низкую адаптированность к почвенным условиям в модельных экспериментах и низкие проявление репродуктивного потенциала в условиях поля.

2. Выявление корреляции между рангами по показателям урожайности семян в полевых испытаниях, и рангами по результатам биотестирования показало, что валидность метода для определения приспособленности сортов к почвенным условиям – средняя (значение коэффициента ранговой корреляции по Спирмену 0,6). Последнее соответствует ожидаемому результату, т. к. на урожайность семян растений в условиях поля оказывают влияние и иные факторы среды (климатические, технологические, фитопатогенные и пр.), которые в лабораторных условиях модели неосуществимы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гарипова Р. Ф. Метод биотестирования вод, почв, подверженных техногенному загрязнению / Р. Ф. Гарипова // Проблемы региональной экологии. – 2009. – № 5. – С. 112–117.

2. Гарипова Р. Ф. Определение валидности метода биотестирования факторов окружающей среды в экспериментах с применением биопрепаратов и природного цеолита / Р. Ф. Гарипова, А. Е. Столповских // Социально-экологические технологии. – 2019. – Т. 9. – № 2 – С.176–200.

УДК 631.81.095.337:633.31:631.445.4(470.62)

ПРИМЕНЕНИЕ КОБАЛЬТОВОГО И МЕДНОГО МИКРОУДОБРЕНИЙ НА ПОСЕВАХ ЛЮЦЕРНЫ В УСЛОВИЯХ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ

Булдыкова Ирина Александровна, *кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»,* ***Россия****, г. Краснодар, byldikova@yandex.ru*

Проказина Анна Юрьевна, *ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»,* ***Россия****, г. Краснодар, prokazina.anya@mail.ru*

Представлены результаты исследований по изучению влияния кобальтового и медного микроудобрений на динамику содержания макроэлементов в надземной вегетативной массе люцерны 3-го года жизни, а также их влияния на количество и качество урожая в условиях чернозема выщелоченного Западного Предкавказья. Установлено, что включение кобальта и меди в систему удобрения люцерны в качестве некорневой подкормки способствует более интенсивному поглощению макроэлементов, увеличению урожайности зелёной массы на 1,1–2,1 т/га, сырого белка на 0,3–0,7 %.

Ключевые слова: люцерна, чернозем выщелоченный, микроэлементы, урожайность, качество.

APPLICATION OF COBALT AND COPPER MICROFERTILIZERS ON ALFALFA CROPS IN THE CONDITIONS OF LEACHED CHERNOZEM OF THE WESTERN CAUCASUS

Buldakova A. I., Prokazina A. Y.

The results of studies on the effect of cobalt and copper microfertilizers on the dynamics of the content of macroelements in above-ground vegetative mass of alfalfa 3-year life, as well as their impact on the quantity and quality of crop in the conditions of leached chernozem of the Western Ciscaucasia. It was found that the inclusion of cobalt and copper in the alfalfa fertilizer system as a non-root top dressing contributes to a more intensive absorption of macronutrients, an increase in the yield of green mass by 1,1–2,1 t / ha, and raw protein by 0,3–0,7 %

Key words: alfalfa, leached black soil, trace elements, yield, quality.

Введение. Люцерна занимает ведущее место среди бобовых культур, улучшающих свойства почвы и способствующих повышению азотного питания культивируемых растений, в связи с этим, на Кубани всё больше внимания уделяют повышению процента бобовых растений в севооборотах [2, 3]. Благодаря большому содержанию различных витаминов люцерна считается одним из важных продуктов для изготовления всевозможных кормов. Люцерна также обладает огромным агротехническим и мелиоративным значением, способствует улучшению агрохимических свойств почвы [1,5].

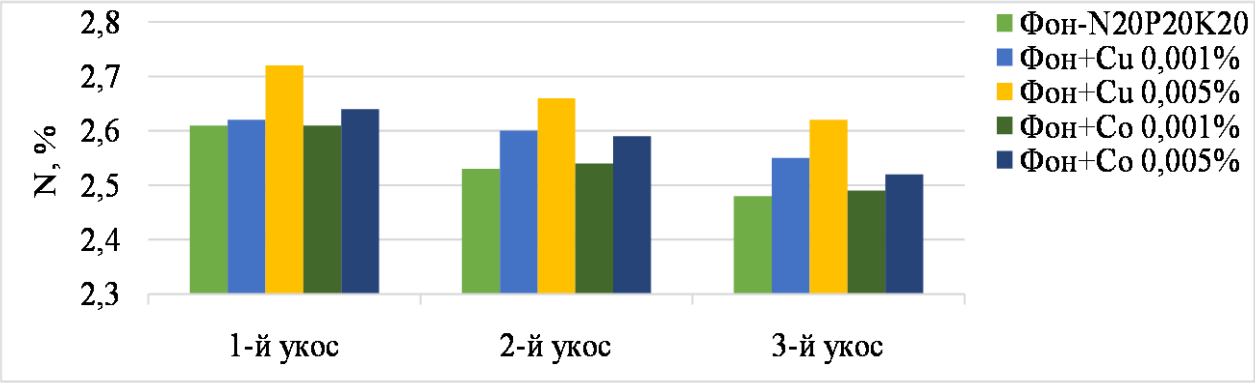
В аграрной сфере одной из основных задач всегда была и остаётся проблема повышения урожайности кормовых культур при одновременном улучшении их качества. Этого можно добиться исключительно при создании в почве положительного баланса микро- и макроэлементов, за счёт регулирования питания растений путём внесения удобрений [1, 4, 5].

Методика исследований. Полевой опыт проводился на стационарном опыте кафедры агрономической химии КубГАУ им. И. Т. Трубилина в учебно-опытном хозяйстве «Кубань». Почва опытного участка чернозём выщелоченный слабогумусный сверхмощный на лессовидных тяжёлых суглинках [6]. Сорт люцерны Фея, предшественник – люцерна 2-го года. Изучение воздействия микроэлементов проводили на фоне $N_{20}P_{20}K_{20}$. Некорневая подкормка растений люцерны микроудобрениями была проведена в фазу бутонизации с концентрацией микроэлементов 0,001 и 0,005 % и расходом рабочего раствора 300 л/га. В качестве микроудобрений применялись сульфаты кобальта и меди [1, 2].

Результаты исследований. Макроэлементы играют первостепенную роль среди химических элементов, необходимых для обеспечения биологических потребностей культур с большим вегетационным периодом, которой и является люцерна. Для формирования 1 т

надземной вегетативной массы люцерна нуждается в 39 кг азота, 10 кг фосфора, 24 кг калия и заметном количестве других элементов [4].

В ходе проведения исследований нам удалось установить положительное влияние кобальтового и медного микроудобрений на количество в вегетативной массе люцерны азота, фосфора и калия. Полученные данные содержания азота в вегетативной массе люцерны от-



ражены графически и представлены на рисунке 1.

Рисунок 1 – Динамика содержания азота в вегетативной массе люцерны, % сухой массы вещества

Как видно из графика, наибольшее количество азота наблюдалось в первом укосе, далее происходило уменьшение его содержания. Это связано с тем, что в первом укосе у люцерны происходит повышение активности корней и наращивание листовой массы, что, следовательно, приводит к более интенсивному поглощению азота и увеличению его содержания в листьях. При применении меди в концентрации 0,005 % отмечалось повышение содержания азота на 0,11 % в 1-м укосе, 0,13 % во 2-м укосе и на 0,14 % в 3-м в сравнении с контролем соответственно. В первом укосе применение кобальта в концентрации 0,001 % не повлияло на количество азота по сравнению с фоновым вариантом, но в последующих же укосах происходило незначительное увеличение (0,01 %). В среднем при применении кобальтового удобрения в концентрации 0,005 % и медного – 0,001 % происходило повышение количества азота на 0,01-0,07 %.

Применение медных и кобальтовых микроудобрений оказало влияние на количество фосфора в растениях люцерны. Данные, полученные в ходе этого исследования отображены графически на рисунке 2. Распределение количества фосфора по укосам схоже с динамикой азота. По трём укосам содержание фосфора было выше в сравнении с фоновым на всех вариантах опыта (на 0,01–0,25 %).

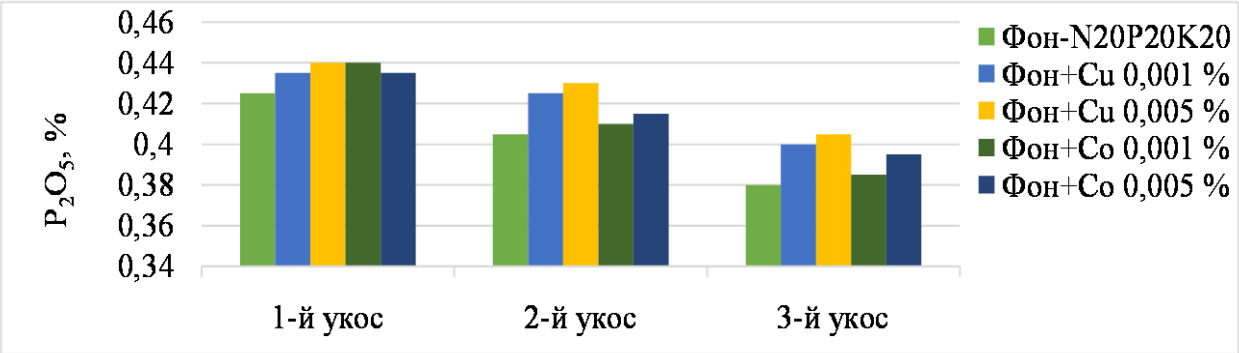


Рисунок 2 – Динамика содержания фосфора в вегетативной массе люцерны, % сухой массы вещества

Повысив содержание макроэлемента на 0,15 % в 1-м укосе и на 0,25 % во 2-м и 3-м, медное удобрение в концентрации 0,005 %, оказало наиболее заметный эффект. На варианте с использованием кобальта 0,001 % отмечено незначительное увеличение этого показателя.

Динамика распределения калия по укосам люцерны аналогична азоту и фосфору. За три укоса использование медных и кобальтовых микроудобрений в концентрациях 0,001 и 0,005 % увеличило количество этого элемента в сравнении с фоновым вариантом на 0,03–0,08 % (рисунок 3).

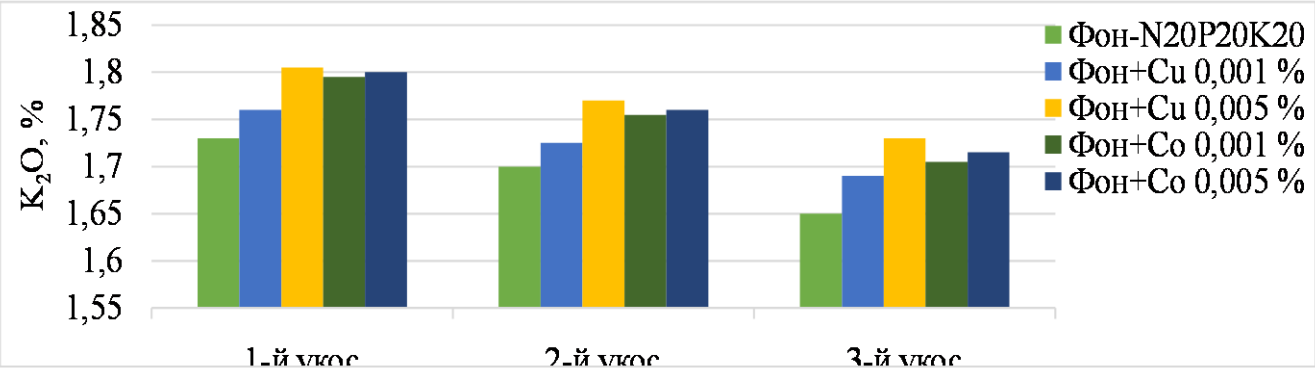


Рисунок 3 – Динамика содержания калия в вегетативной массе люцерны, % сухой массы вещества

Наибольший эффект оказало использование меди в концентрации 0,005 %.

Микроэлементы воздействуют на большую часть важных процессов жизнедеятельности растений и, как правило, на их продуктивность, так как они являются компонентами различных классов ферментов. Отсюда следует, что повышению урожайности зеленой массы люцерны способствовало включение в систему удобрения микроэлементов (рисунок 4).
$НСР_{05}$ =0,98

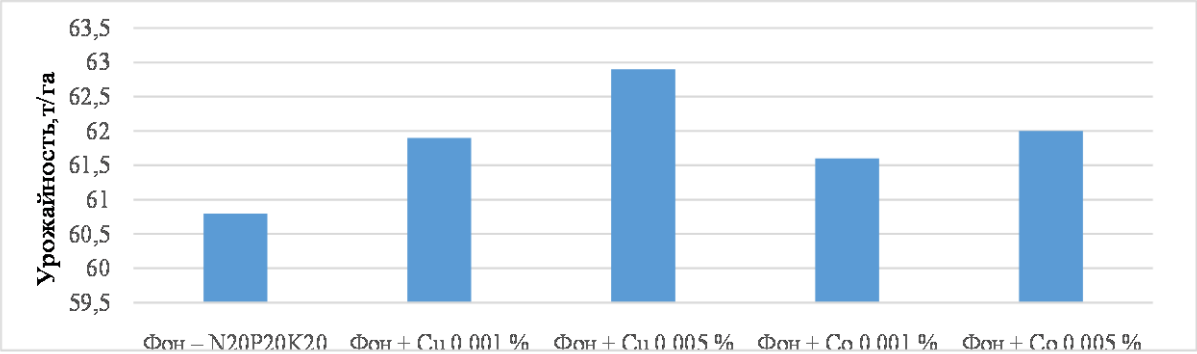
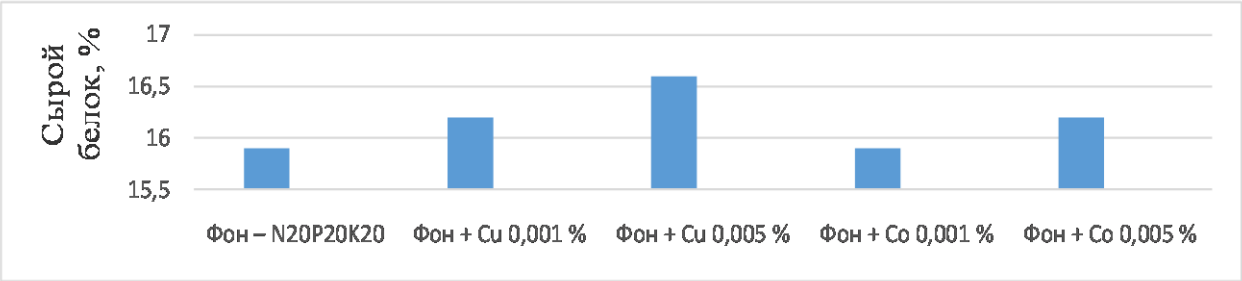


Рисунок 4 – Урожайность зеленой массы люцерны при некорневой подкормке растений микроэлементами, т/га

По данным на рисунке 4 можно увидеть, что под влиянием микроэлементов урожайность культуры увеличилась в среднем от 1,1 до 2,1 т/га или на 1,3–2,0 % в сравнении с фоновым вариантом. На варианте с внесением медного удобрения в концентрации 0,005 % урожайность составила 62,9 т/га, что превысило на 1,7 % фоновый вариант. На изучаемый показатель применение кобальтового удобрения повлияло незначительно, хотя данные являются достоверными.

Микроудобрения, применяемые в качестве некорневой подкормки, улучшили кормовые качества люцерны, а именно, содержание сырого белка в её надземной части (рисунок 5). Использование медного удобрения в концентрации 0,005 % оказало наибольшее влияние на количество белка в зеленой массе люцерны. Данный показатель, в сравнении с фоновым вариантом, увеличился на 0,3–0,7 % и составил 15,9–16,6 % в среднем, в то время как применение кобальта в концентрации 0,001 % осталось на уровне фонового варианта.



$НСР_{05}$=0,60

Рисунок 5 – Содержание сырого белка в растениях люцерны, %

Выводы

1. Вследствие включения в систему удобрения люцерны 3-го года жизни кобальта и меди в условиях чернозема выщелоченного Западного Предкавказья количество макроэлементов в растениях, продуктивность и содержание сырого белка в растениях люцерны возросли. Максимальное воздействие на все анализируемые показатели оказало использование микроэлементов в концентрации 0,005 %.

2. Использование исследуемых микроэлементов положительно повлияло на метаболизм азота, фосфора, калия в вегетативной массе люцерны. При применении медного удобрения был отмечен наибольший эффект: содержание азота, фосфора и калия увеличилось на 0,11, 0,25 и 0,08 % соответственно.

3. Под влиянием кобальтового и медного микроудобрений урожайность зелёной массы люцерны увеличилась на 1,1–2,1 т/га, или 1,3–2,0 % в сравнении с фоновым вариантом. Наибольшая эффективность отмечена на варианте с внесением медного удобрения.

4. Увеличение количества белка в зеленой массе люцерны наблюдалось при применении медного удобрения. Данный показатель в сравнении с фоновым вариантом увеличился на 0,3–0,7 % и составил 15,9–16,6 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Булдыкова И. А. Агрохимия регуляторов роста на посевах люцерны / И. А. Булдыкова // Политем. сет. электрон. науч. жур. КубГАУ. – Краснодар : КубГАУ, 2015. – № 108. – С. 1234–1255.

2. Булдыкова И. А. Влияние некорневой подкормки микроудобрениями на урожайность и качество зеленой массы люцерны 3-го года в условиях чернозёма выщелоченного Западного Предкавказья / И. А. Булдыкова // Науч. обесп. АПК : сб. ст. по материалам 71-й науч.-практ. конф. преподавателей по итогам НИР за 2015 год. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – С. 46–47.

3. Булдыкова И. А. Урожайность и питательная ценность зеленой массы люцерны 3-го года жизни при применении микроудобрений / И. А. Булдыкова // Итоги НИР за 2017 год: сб. ст. по материалам 73-й науч.-практ. конф. преподавателей. – Краснодар : КубГАУ. – 2018. – С. 31–32.

4. Шеуджен А. Х. Агробиогеохимия чернозёма / А. Х. Шеуджен. – Майкоп : «Полиграф-Юг, 2018. – 308 с.

5. Шеуджен А. Х. Минеральное питание и удобрение люцерны : монография / А. Х. Шеуджен, Л. М. Онищенко, М. А. Осипов, И. А. Булдыкова [и др.]; под ред. А. Х. Шеуджена. – Краснодар : КубГАУ, 2015. – 189 с.

6. Шеуджен А. Х. Значение микро- и ультрамикроэлементов в жизни растений / А. Х. Шеуджен, И. А. Булдыкова, И. А. Лебедовский // Энтузиасты аграрной науки. – Краснодар, 2010. – Вып. № 11. – С. 333–361.

УДК: 631.821.2

ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ МЕРЗЛОТНЫХ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

Осипова Валентина Валентиновна, *доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Октемский филиал ФГБОУ ВО «Якутская государственная сельскохозяйственная академия»,* ***Россия, Республика Саха,*** *с. Октемцы,* luzerna_2008@mail.ru

Конощук Лада Ярославовна, *Октемский филиал ФГБОУ ВО «Якутская государственная сельскохозяйственная академия»,* ***Россия, Республика Саха,*** *с. Октемцы*

В условиях засоленных почв Центральной Якутии изучались приемы гипсования в сочетании с органическими и минеральными удобрениями. Выявлено, что применение гипса в дозе 8 т/га на фоне навоза (30 т/га) и минеральных удобрений (NPK_{30}) обеспечивает получение наивысшего урожая зеленой массы вико-овсяной смеси (217 ц/га), повышение содержания сырого протеина (до 16,31 %), жира (до 2,3 %), кальция (до 20,16 %), фосфора (до 0,3 %), БЭВ (до 56,7 %), а также кормовых единиц в растениях вико-овсяной смеси до 0,80, обменной энергии до 9,95 Мдж, валовой энергии до 18,8 Мдж.

Ключевые слова: засоленные почвы, гипсование, удобрения, вико-овсяная смесь, урожайность, химический состав и птательность корма.

METHODS FOR INCREASING THE YIELD OF FORAGE CROPS I N PERMAFROST SALINE SOILS OF CENTRAL YAKUTIA

Osipova V. V.

In conditions of saline soils of Central Yakutia, methods of plastering in combination with organic and mineral fertilizers were studied. It is revealed that the use of gypsum plaster in the dose of 8 t/ha on the background of manure (30 t/ha) and mineral fertilizers (NPK30) provides the highest yield of green mass of vetch-oat mixture (217 kg/ha), the increase in the content of crude protein (to 16.31 %), fat (2.3 %), calcium (to 20.16 %), phosphorus (0.3 %), BEV (to 56.7 %) and feed units in the plants of the vetch-oat mixture to 0.80, exchange energy to 9.95 MJ gross energy to 18.8 MJ.

Key words: saline soils, gypsum coating, fertilizers, Vico-oat mixture, yield, chemical composition and nutrient content of feed.

В земледельческих районах Якутии почти 40 % пахотных земель являются в разной степени засоленными [1, 4]. Преобладают сульфатно-хлоридное, а также содовое засоления [4]. В условиях криолитозоны солеоборот (как влагооборот) ограничивается сезонным оттаиванием мерзлого слоя почвы до 2 м. Наличие слоя мерзлоты препятствует подьему солей из подстилающих пород в верхние слои. Кроме того, многолетняя мерзлота ограничивет промывку слоев почвы, и передвижение влаги и солей в корнеобитаемый слой почвы в период вегетации растений происходит медленно [2].

В связи с этим, применяя химическую мелиорацию (гипсование), можно в солонцовом горизонте заменить избыток поглощенного натрия другими катионами, вызывающими необратимое свертывание илистых и коллоидных частиц [3]. Если к факторам гипсования и удобрений добавить фактор сидеральных культур на высоком агрофоне и орошении, то можно ожидать высокий эффект от этих приемов мелиорации [2]. Тогда возможности рационального использования засоленных земель расширятся как в кормопроизводстве, картофелеводстве, так и овощеводстве. Наличие возможности производства гипса в республике (Олекминский район) может способствовать снижению затрат на использование гипса как химического мелиоранта и расширить площадь пахотных угодий, что незамедлительно повлияет на увеличение продуктивности пашен.

Цель. Изучить в условиях засоленных почв Центральной Якутии приемы гипсования в сочетании с органическими и минеральными удобрениями в качестве средства повышения урожайности кормовых культур.

Задачи исследования:

- изучить влияние разных доз гипсования и удобрений на продуктивность кормовых культур.
- изучить влияние разных доз гипсования и удобрений на химический состав корма.

Результаты исследований. В 2016–2017 гг. в Центральной Якутии проводили исследования по изучению влияния разных доз гипса и удобрений на продуктивность кормовых культур. Опыт включал 11 вариантов: 1) контроль; 2) гипс 4 т/га; 3) гипс 6 т/га; 4) гипс 8 т/га; 5) навоз КРС 30 т/га; 6) навоз КРС 30 т/га + гипс 4 т/га; 7) навоз КРС 30 т/га + гипс 6 т/га; 8) навоз КРС 30 т/га + гипс 8 т/га; 9) навоз КРС 30 т/га + гипс 4 т/га + NPK_{30}; 10) навоз КРС 30 т/га + гипс 6 т/га + NPK_{30}; 11) навоз КРС 30 т/га + гипс 8 т/га + NPK_{30}. Повторность четырехкратная. Размещение вариантов систематическое. Учетная площадь делянок 50 $м^2$. Наблюдения и учеты проводили по методике ВНИИ кормов. Математическая обработка опытного данных проводилась по методике Б. Н. Доспехова. Высевали овес сорта Покровский 9 в смеси с викой сорта Омичка.

В 2016–2017 гг. благоприятные метеоусловия в весенний период обусловили дружные всходы и хороший прирост кормовых культур во всех фазах развития растений. В период посев-всходы отмечалась достаточная влажность почвы (55 % от ППВ). Фенологические фазы развития растений отмечались соответственно биологическим характеристикам культур.

В период выхода в трубку (15 июля) растения имели высоту от 12 до 38 см, суточный прирост составил 0,7–2,4 см. В периоды выметывания и молочной спелости теплая погода и осадки способствовали достаточному накоплению зеленой массы и созреванию кормовых культур. При этом высота растений достигала от 22–27 и до 95–123 см. суточный прирост составил в фазу выметывания– цветения 2,6–3,6 см, в фазу молочной спелости – 10,1–2,9 см.

Средний урожай за 2 года исследований варьирует по вариантам от 136,0 ц/га в контроле до 217,0 ц/га. Прибавка зеленой массы 39,0–75,0 ц/га. По вариантам внесения гипса прибавка урожая отмечается от 39,0 до 65,0 ц/га по сравнению с контролем. Внесение гипса по фону органического удобрения дает прибавку зеленой массы от 43,0 ц/га до 63,0 по фону органоминерального удобрении – от 46,0 до 75,0 ц/га. Установлена наиболее высокая эффективность гипса с дозой 8 т/га на фоне навоза 30 т/га и $(NPK)_{30}$ (217,0 ц/га).

Таким образом, отмечается благоприятное влияние гипса, органического и минерального удобрения на урожайность кормовой массы овса в смеси с викой.

Показатели химического состава и питательности кормовых культур повышаются с увеличением дозы гипса до 8 т/га на фоне навоза (30 т/га) и минеральных удобрений (NPK_{30}). Так, содержание сырого протеина в сухой массе вико-овсяной смеси повысилось с 10,28 до 16,31 %, содержание сырой клетчатки снизилось с 33,69 до 26,26 %. Кормовая масса вико-овсяной смеси содержала жира от 1,0 до 2,3 %, кальция – 1,27–2,16 %, фосфора – 0,24–0,30 % и БЭВ от 44,7 до 56,7 %.

Содержание кормовых единиц в растениях колеблется от 0,62 до 0,80, обменной энергии – 8,75–9,95 Мдж, валовой энергии – 18,5–18,8 Мдж.

Таким образом, можно заключить, что повышенные дозы гипса в сочетании с органоминеральными удобрениями значительно улучшают качество корма.

Заключение

1. На засоленных почвах Центральной Якутии применение гипса в дозе 8 т/га на фоне навоза (30 т/га) и минеральных удобрений (NPK_{30}) обеспечило прибавку урожая зеленой массы вико-овсяной смеси по сравнению с контролем на 36 ц, при этом урожайность достигла 217 ц/га.
2. Внесение повышенных доз гипса (8 т/га) на фоне органоминеральных удобрений (навоза 30 т/га, NPK_{30}) способствует повышению содержания сырого протеина (до 16,31 %), жира (до 2,3 %), кальция (до 20,16 %), фосфора (до 0,3 %), БЭВ (до 56,7 %).
3. Содержание кормовых единиц в растениях вико-овсяной смеси увеличилось до 0,80, обменной энергии до 9,95 Мдж, валовой энергии до 18,8 Мдж.

4. На засоленных почвах Центральной Якутии рекомендуется внесение гипса в дозе 8 т/га с навозом (30 т/га) и минеральными удобрениями (NPK_{30}).

ЛИТЕРАТУРА

1. Еловская Л. Г. Районирование и мелиорация почв Якутии / Л. Г Еловская, А. К. Коноровский. – Новосибирск : Наука. – 1978. – С. 17.

2. Коноровский А. К. Методическое руководство по гипсованию мерзлотных солонцеватых почв Якутии / А. К. Коноровский. – Якутск : Якутский филиал СО АН СССР, – 1979. – 8 с.

3. Пискунов А. С. Методы агрохимических исследований / А. С. Пискунов. – М. : Колос, 1978. – 270 с.

4. Саввинов Д. Д. Почвы Якутии / Д. Д. Саввинов. – Якутск, 1989. – 33 с.

УДК 57.047

ФОРМИРОВАНИЕ НОВЫХ ГНЕЗД ГРАЧА В ЗОНЕ АЭРОПОРТА

Кучински Маргарета Григорьевна, *кандидат биологических наук,* ***Республика Молдова****, г. Кишинев, cucinschi.m@gmail.com*

В статье приведены результаты исследования колонии грача в жилом городке Кишиневского аэропорта.

Ключевые слова: аэропорт, птицы, столкновение самолета с птицами, безопасность полетов, управление поведением птиц.

THE FORMATION OF NEW ROOK NESTS IN THE ZONE ADJACENT TO THE AIRPORT

Kuchinsky M. G.

The article presents the results of research in the colony of the rook inhabited in living town of the Chisinau airport.

Keyword: airport, the birds, bird strike, safety of flights, bird's behavior control.

В зоне аэропорта орнитологическую опасность для самолетов представляют собой многие элементы ландшафта, привлекающие птиц. Зона Кишиневского аэропорта характеризуется урбанизированным ландшафтом, включающим жилые строения и разнообразные хозяйственные постройки. А сельскохозяйственные поля и сады в зоне Кишиневского аэропорта способствуют привлечению птиц. Здесь они находят кормовые условия и формируют свои колонии.

Поселения имеют многолетний характер и располагаются в районе старой малоэтажной (1–5 этажей) застройки [4]. В жилом городке Кишиневского аэропорта растут очень старые и высокие тополя, на которых устраивают колонии грачи (C*orvus frugilegus)* во время гнездования и находят место для отдыха в остальное время года [2] (рисунок 1). Грач выбирает тополь с хорошо разветвленной кроной, вероятно, потому, что он обеспечивает стабильность гнезда. Строит гнездо грач на верхушке дерева и в середине кроны. Грачи вредят большим деревьям, устраивая на них свои гнездовые колонии [1]. Грачи в гнездостроительный период могут перемещать гнезда с одного места на другое. В зависимости от проведенных мероприятий по удалению гнезд с территории их численность меняется. Колония грача в жилом городке Кишиневского аэропорта создает постоянную угрозу столкновения самолетов с птицами (ССП) (рисунок 2).

Нами велось наблюдение за грачами, за количеством построенных этими птицами гнезд. Эти сведения нужны для того, чтобы знать, сколько примерно птиц после вылета молодых устремится к полям и огородам, пересекая взлетно-посадочную полосу (ВПП) и со-

здавая, тем самым, угрозу для безопасности полетов воздушных судов и чтобы можно было вовремя принять меры по уменьшению численности этого самого массового вида птиц в Кишиневском аэропорту.

В декабре–январе пары грачей периодически появляются в колониях и занимают гнезда. В конце февраля грачи начинают посещать прошлогоднюю колонию в жилом городке аэропорта и на деревьях, где гнезда птиц не были удалены, грачи их занимают вновь [5]. Уменьшение количества гнезд связано не только с погодными условиями, возможной гибелью деревьев, пригодных для гнездования, но и с проведением мероприятий по уменьшению численности грачей путем спиливания верхних веток деревьев, как одним из методов борьбы с птицами в аэропорту.

Весной, в конце марта, над Кишиневским аэропортом начинается интенсивный пролет грачей. В апреле грачи пересекают ВПП в различных направлениях, которые определяются расположением пунктов кормления и местонахождение которых зависит от проводимых в районе аэропорта сельскохозяйственных работ. В прошлом 2019 г. произошел перегиб в борьбе с гнездованием грачей – некоторые тополя спилили под корень.

Так, в марте 2019 г. на территории жилого городка Кишиневского аэропорта насчитывалось 235 гнезд грача, а в апреле 2019 г. – 294 гнезда.

Необходимо, чтобы с эксплуатантом аэропорта проводились консультации, и он привлекался к процессу планирования и освоения земельных участков в окрестностях аэродрома, что может привлечь птиц или повлиять на маршруты их перелетов через территорию аэропорта [3]. Следует организовать взаимодействие по вопросу гнездования грача в жилом городке руководства аэропорта с хозяйствующими объектами в зоне аэропорта, а также проводить разъяснительную работу среди населения.

По нашему мнению, высокая плотность грача в зоне аэропорта связана с благоприятной кормовой базой. Как показала практика, в современных условиях необходим контроль над численностью грача и изменение экологической обстановки на территории, которая сделает её непривлекательной для птиц.

Рисунок 1 – Гнездование грача в жилом городке Кишиневского аэропорта

Рисунок .2 – Колония грача в жилом городке Кишиневского аэропорта создает постоянную угрозу ССП.

ЛИТЕРАТУРА

1. Браунер А. А. О вредных и полезных птицах Бессарабской губернии / А. А. Браунер. – Кишинев, Тип. Бессараб. Губ. Правл., 1912. – С. 28–30.
2. Ваничева Л. К. Гнездование грача *Corvus frugilegus* в Новокузнецке/ Л. К. Ваничева // Русский орнитологический журнал. – 2016. – Т. 25. – Экспресс-выпуск 1385: 5078-5081.
3. ИКАО. Руководство по аэропортовым службам (Doc 9137-AN/898). Ч. 3. – Создаваемая дикой природой опасность и методы её уменьшения. – 2012. (п.4.7.3.).
4. Москвичёв А. Н. Гнездование грача *Corvus frugilegus* в Новокузнецке / А. Н. Москвичёв // Русский орнитологический журнал. – 2018. – Т. 27. – Экспресс-выпуск 1609: 2282–2283.
5. Tîrnoveanu E. Ethological stady of the rook (*Corvus frugilegus* L.) in the wild and in semi-captivity // Biologie animală. – T. LIX. – 2013 – P. 77–84.

УДК 502.5:631.811/633.18

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ В ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ РИСА КАК МЕТОД УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ АГРОЛАНДШАФТА

Князева Анастасия Олеговна, *ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»,* ***Россия****, г. Краснодар, nastya1313131@mail.ru.*

Стрельников Виктор Владимирович, *доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»,* ***Россия****, г. Краснодар, strelecol@yandex.ru.*

В статье рассмотрены отдельные аспекты повышения продуктивности агроландшафтов, приведена характеристика гуминовых регуляторов роста как технологических элементов выращивания риса. Гуминовые регуляторы роста повышают урожайность риса, улучшают качество получаемой продукции. В варианте с применением в технологии выращивания риса регулятора роста Бигус получена максимальная прибавка урожайности, сформировано зерно лучшего качества.

Ключевые слова: агроландшафты, регуляторы роста, гуминовые вещества, урожайность, продуктивность, качество продукции.

THE USE OF HUMIC PREPARATIONS IN RICE GROWING TECHNOLOGY AS A METHOD OF INCREASING THE PRODUCTIVITY OF THE AGRICULTURAL LANDSCAPE

Knyazeva A. O., Strelnikov V. V.

The article deals with some aspects of increasing the productivity of agricultural landscapes, describes the characteristics of humic growth regulators as technological elements of rice cultivation. Humic growth regulators increase the yield of rice and improve the quality of the resulting products. In the variant with the use of the Bigus growth regulator in the rice growing technology, the maximum yield increase was obtained, and the grain of the best quality was formed.

Keywords: agrolandscapes, growth regulators, humic substances, yield, productivity, product quality.

Главной особенностью природных ландшафтов является свойство саморегулирования и самоорганизации. Агроландшафты, в отличие от природных, могут поддерживать свое существование только при участии человека. Причем, режим и направление поддержания устойчивости агроландшафта в первую очередь зависит от цели, которую преследует человек [3].

На повышение продуктивности агроландшафтов наибольшее влияние оказывает эффективное сочетание агрономических, мелиоративных и экологических мероприятий. Поскольку одним из аспектов продуктивности агроландшафтов является его агрономическая (производительная) устойчивость, которая характеризуется уровнем продуктивности (урожайности) сельскохозяйственных культур, важной задачей является поиск таких мероприятий, которые будут повышать урожайность сельскохозяйственных культур, не снижая при этом устойчивость агроландшафтов [1, 3].

Одним из решений повышения продуктивности сельскохозяйственных культур без ущерба для экологической составляющей агроландшафта является применение регуляторов роста гуминового происхождения. Эффективность воздействия гуминовых веществ на продуктивность сельскохозяйственных культур и плодородие почвы чрезвычайно высока. Их положительное действие складывается из повышения интенсивности физиологических процессов и биохимических реакций в растениях, детоксикационной способности (снижении концентрации токсичных веществ в почве), усиления микробиологической активности и, в конечном счете, повышения урожайности сельскохозяйственных культур.

Для повышения продуктивности риса применяли регуляторы роста гуминового происхождения: Бигус (гумат калия из сапропеля), Лигногумат и Гидрогумин. Все исследуемые препараты малотоксичны (относятся к 4-му классу опасности), эффективны, экологически безопасны, рекомендуются для использования в «органическом» земледелии для получения экологически чистой продукции и повышения продуктивности агроландшафтов [2, 4, 5].

Именно урожайность сельскохозяйственных культур является индикатором продуктивности агроландшафта. В таблице 1 представлена урожайность риса в зависимости от применяемых гуминовых препаратов.

Таблица 1 – Влияние испытуемых гуминовых препаратов на урожайность риса

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю	
		ц/га	%
Контроль	61,4	-	-
Лигногумат	68,7	7,3	11,9
Гидрогумин	69,8	8,4	13,7
Бигус	71,2	9,8	16,0
$НСР_{05}$	3,1		

Из данных таблицы 1 можно сделать вывод о положительном влиянии на урожайность риса всех испытуемых регуляторов роста гуминовой природы. Максимальная прибавка урожая (16,0 %, или 9,8 ц/га) получена при применении в технологии выращивания риса гуминового регулятора роста Бигус (гумат калия из сапропеля).

Недостаточно просто получить высокую прибавку урожайности сельскохозяйственной культуры. Очень важно получить качественную сельскохозяйственную продукцию. Основными показателями качества зерна риса являются стекловидность, трещиноватость, масса 1000 зерен. Для повышения продуктивности риса, а также продуктивности агроландшафта в целом необходимо улучшить вышеуказанные технологические показатели качества. Их значения в зависимости от применяемого препарата гуминового происхождения приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Влияние испытуемых гуминовых препаратов на качество зерна риса

Вариант	Натура, г/л	Масса 1000 зерен, г	Стекловидность, %	Трещиноватость, %
Контроль	537,7	26,4	88,5	8,9
Лигногумат	564,5	27,8	94,5	6,5
Гидрогумин	568,9	28,3	97,0	5,0
Бигус	572,0	28,5	98,5	4,0
$НСР_{05}$	26,1	1,3		

Из данных таблицы 2 видно, что технологические показатели качества зерна риса опытных вариантов были значительно лучше таковых контрольного варианта. Причем зерно лучшего качества было сформировано при применении в технологии выращивания риса гуминового препарата Бигус. В этом варианте формировалось более крупное и выровненное зерно (натура 572,0 г, в контроле – 537,7 г; масса 1000 зерен – 28,5 и 26,4 г соответственно), с высокой стекловидной консистенцией (98,5 %, в контроле – 88,5 %) и с меньшей трещиноватостью (4,0 %, в контроле – 8,9 %).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что при применении регуляторов роста гуминовой природы при выращивании риса активизируются физиологические процессы в растениях, ускоряются биохимические процессы, активизируется процесс накопления и перераспределения ассимилятов, что сказывается на величине урожайности и качестве получаемого зерна в лучшую сторону. Максимальные значения рассматриваемых показателей урожайности и технологических показателей качества получены при применении в технологии регулятора роста Бигус (гумат калия из сапропеля).

ЛИТЕРАТУРА

1. Барчукова А. Я. Влияние регуляторов роста на урожайность и качество риса-сырца / А. Я. Барчукова, Н. В. Чернышева, С. Г. Фаттахов, А.И. Коновалов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2009. – Т. 4. – С. 119.

2. Дирин В. В. Эффективность применения препарата Гидрогумин на сое / В. В. Дирин, А. Я. Барчукова, Я. К. Тосунов // Тр. КубГАУ. – 2016. – № 58. – С. 107–111.

3. Система оценки устойчивости агроландшафтов для формирования экологически сбалансированных агроландшафтов. – Курск : ГНУ ВНИИЗИЗПЭ РАСХН, 2013. – 50 с.

4. Томашевич Н. С. Эффективность применения Лигногуматов на рисе / Н. С. Томашевич, А. Я. Барчукова, Н. В. Чернышева, В. А. Ладатко, М. А. Ладатко // Тр. КубГАУ. – 2013. – № 43. – С. 62–66.

5. Чернышева Н. В. Влияние препарата Гидрогумин на рост и развитие растений риса, урожайность и качество его зерна / Н. В. Чернышева, А. Я. Барчукова, В. В. Дирин // Тр. КубГАУ. – 2016. – № 62. – С. 127–132.

УДК 502.2.05/504.3.054:504.53

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ОАО «ЮЖНЫЙ» НА ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ

Кочеткова Алина Андреевна, *ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»,* ***Россия****, г. Краснодар, cochetcova.alina2016@yandex.ru*
Чернышева Наталья Викторовна, *кандидат биологических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»,* ***Россия****, г. Краснодар, nv.chernisheva@yandex.ru*

В статье рассмотрены вопросы негативного воздействия производственной деятельности винодельческого предприятия ОАО «Южный» на почвенный покров и состояние агроландшафтов, приведены данные биоиндикационных исследований, подтверждающие снижение качества почвы на пробных площадках, находящихся непосредственно на территории предприятия и прилегающих агроландшафтах.
Ключевые слова: агроландшафты, загрязнение почвы, биоиндикация, негативное воздействие.

ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT JSC «YUZHNY» FOR SOIL COVER

Kochetkova A. A., Chernysheva N. V.

The article considers the negative impact of production activity wine-making enterprises of JSC «South» on the soil cover and condition of agrolandscapes, the data of studies confirming the reduction in the quality of soil at test sites, located directly on the premises and adjacent agricultural lands.
Keywords: agricultural landscapes, soil pollution, bioindication, negative impact.

В Краснодарском крае широкое развитие получили предприятия по переработке сельскохозяйственной продукции, среди которых одно из первых мест занимает переработка винограда. Винодельческое производство стало флагманом переработки винограда благодаря экономическим санкциям, которые послужили причиной запрета продажи импортной винодельческой продукции [3, 4].

Предприятия по переработке винограда, имея существенное положительное значение для развития агропромышленного комплекса, могут являться потенциальными источниками загрязнения окружающей среды. При переработке сырья на этих предприятиях образуется большое количество отходов, многие из которых являются токсичными, при осуществлении производственной деятельности в атмосферный воздух выбрасываются загрязняющие вещества, часть из которых обладает отдаленными побочными эффектами [2, 3]. Исследования по определению воздействия предприятия по переработке винограда ОАО «Южный» на почвенный покров весьма актуальны и своевременны.

Объектом исследования являлось винодельческое предприятие ОАО «Южный», расположенное в ст. Тамань. Предприятие относится к III классу опасности. Основным видом производственной деятельности является прием винограда, его хранение и переработка, производство винной, а также коньячной продукции.

Основными источниками выбросов вредных веществ в атмосферу на ОАО «Южный» являются в основном вспомогательные производства: котельные, стоянки автомобильного транспорта, цеха, склад хранения готовой продукции. В результате производственной деятельности исследуемого предприятия в атмосферу выбрасывается 30 загрязняющих веществ, из них 7 твердых, 23 жидких и газообразных. Всего предприятие выбрасывает 11,02 т/год. Почвенный покров на территории исследуемого предприятия и агроландшафтах, с которыми граничит ОАО «Южный», также находится под воздействием загрязняющих веществ. Для оценки воздействия объекта на почвенный покров были проведены биоиндикационные исследования с использованием в качестве индикатора кресс-салата [1].

Для проведения исследования были выбраны три пробные площадки, на которых были произведены отборы почвы для проведения биоиндикации. Первая площадка – агроландшафт, расположенный на юго-западе от ОАО «Южный», вторая – территория ОАО «Южный», третья – жилая зона, расположенная на западе от ОАО «Южный» на расстоянии 22 м. Контрольная пробная площадка располагалась на расстоянии 450 м от предприятия, в северо-восточном направлении, на пустыре. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние загрязнения почвенного покрова на прорастание семян кресс-салата

Пробные площадки	Число проросших семян, %/сут.											
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	10	19	24	29	32	39	43	48	51	55	60	64
2	8	12	15	20	24	30	34	38	43	46	51	56
3	12	16	20	24	29	32	38	43	47	53	59	62
Контроль	15	27	39	50	59	64	75	83	90	95	98	100

Данные таблицы 1 показывают, что прорастание семян кресс-салата наиболее активно проходило в контрольном варианте (на 14-е сутки – 100 %), остальные варианты показали худшие показатели прорастания семян кресс салата (на 14-е сутки – 56–64 %).

Почвенные пробы, отобранные с агроландшафта и жилой зоны (пробные площадки № 1 и 3), оказались загрязненными в меньшей степени, что связано с удалением площадок от предприятия. Полученные данные (60–90 %) позволяют сделать вывод о слабом загрязнении. Проростки были почти нормальной длины, крепкие и ровные.

Пробы, отобранные с территории предприятия, свидетельствуют о среднем загрязнении, процент всхожести колеблется в пределах 20–60 %.

Для определения влияния предприятия на первичную биомассу был использован метод определения биомассы. Помимо этого, визуально определялась плотность проективного покрытия без учета его видового состава. Результаты исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Вес биомассы и плотность проективного покрытия на пробных площадках

Пробные площадки	Вес биомассы, г/м²	Плотность проективного покрытия, %
1	740	75
2	103	20
3	250	40
Контроль	1200	90

Биомасса растений, как и плотность проективного покрытия зависят от качества окружающей среды, в частности почвенного покрова [2]. Данные таблицы 2 показывают, что как биомасса, так и плотность проективного покрытия максимальна на пробной площадке, расположенной в агроландшафте. Состояние растительности на второй и третьей пробных площадках имеет самые низкие показатели, т. к. на почву оказывается большая химическая и механическая нагрузка. Максимальные же показатели биомассы и плотности проективного покрытия наблюдаются в контрольной точке, расположенной вдали от предприятия, на пустыре.

Таким образом, можно сделать вывод о негативном воздействии ОАО «Южный» на почвенно-растительный покров, что проявляется в угнетении растительности и повышении токсичным свойств почвы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Биомониторинг состояния окружающей среды : учеб. пособие / Под ред. проф. И. С. Белюченко, проф. Е. В. Федоненко, проф. А. В. Смагина. – Краснодар : КубГАУ, 2014. – 153 с.

2. Клименко В.А. Влияние ОСК ст. Брюховецкой на состояние растительности на прилегающей территории / В.А. Клименко, Н.В. Чернышева // Научное обеспечение АПК : Сб. статей по материалам 73-й науч.-практ. конф. студентов по итогам НИР за 2017 г. / Отв. за выпуск А. Г. Кощаев. – Краснодар : КубГАУ, 2018. – С. 32–35.

3. Оленич Л. А. Оценка значимости экологических аспектов (на примере ООО «Лазурная Ягода») / Л. А. Оленич, Н. В. Чернышева // Экологические аспекты развития современной цивилизации : Материалы Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов, преподавателей. – Армавир, 2017. – С. 179–182.

4. Стрельников В. В. Прикладная экология / В. В. Стрельников, Г. П. Гудзь, Д. С. Скрипник, А. Г. Сухомлинова, Е. В. Суркова, Т. П. Францева, И. В. Хмара, Н. В. Чернышева. – Краснодар : Издательский дом – Юг, 2012. – 451 с.

Научное издание

Коллектив авторов

АГРАРНЫЕ ЛАНДШАФТЫ, ИХ УСТОЙЧИВОСТЬ И ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ

Сборник статей

Статьи представлены в авторской редакции

Дизайн обложки – Н. П. Лиханская

Подписано в печать 03.03.2020. Формат 60 × 84 $^{1}/_{8}$.
Усл. печ. л. – 34,5. Уч. изд. л. – 27.
Тираж 50 экз. Заказ № 65.

Типография Кубанского государственного аграрного университета.
350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13