

Учреждение образования
«Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина»

МОНИТОРИНГ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Электронный сборник материалов
Республиканской научно-практической конференции
студентов, магистрантов, аспирантов

Брест, 25 марта 2022 года

Брест
БрГУ имени А. С. Пушкина
2022

ISBN 978-985-22-0443-9

© УО «Брестский государственный
университет имени А. С. Пушкина», 2022

Об издании – 1, 2

1 – сведения об издании

УДК 005.584.1+502(082)

ББК 20.1я431

Редакционная коллегия:

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент **А. С. Домась**
кандидат биологических наук, доцент **Н. М. Матусевич**
кандидат биологических наук, доцент **Н. В. Шкурадова**
старший преподаватель **М. В. Левковская**

Рецензенты:

заведующий кафедрой природообустройства УО «Брестский государственный
технический университет», кандидат технических наук, доцент **О. П. Мешик**

доцент кафедры ботаники и экологии УО «Брестский государственный университет
имени А. С. Пушкина», кандидат биологических наук, доцент **А. П. Колбас**

Мониторинг и охрана окружающей среды [Электронный ресурс] : электрон. сб. материалов Респ. науч.-практ. конф. студентов, магистрантов, аспирантов, Брест, 25 марта 2022 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: А. С. Домась [и др.]. – Брест : БрГУ, 2022. – 279 с. – Режим доступа: <http://rep.brsu.by/handle/123456789/7648>.

ISBN 978-985-22-0443-9.

Материалы сборника отражают основные направления научных исследований студентов, магистрантов, аспирантов и посвящены решению актуальных проблем мониторинга природных экосистем и урбанизированных территорий, агроэкологии.

Материалы могут быть использованы научными работниками, магистрантами, аспирантами, преподавателями и студентами высших учебных заведений, специалистами системы образования.

Разработано в PDF-формате.

УДК 005.584.1+502(082)

ББК 20.1я431

Текстовое научное электронное издание

Системные требования:

тип браузера и версия любые; скорость подключения к информационно-телекоммуникационным сетям любая; дополнительные надстройки к браузеру не требуются.

© УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», 2022

2 – производственно-технические сведения

- Использованное ПО: Windows 10, Microsoft Office 2013;
- ответственный за выпуск Ж. М. Селюжицкая, технический редактор А. А. Лясник, компьютерный набор и верстка А. А. Лясник;
- дата размещения на сайте: 27.06.2022;
- объем издания: 5,94 МБ;
- производитель: учреждение образования «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», 224016, г. Брест, ул. Мицкевича, 28. Тел.: 8(0162) 21-70-55. E-mail: rio@brsu.brest.by.

СОДЕРЖАНИЕ

Адамчук М. А. Влияние эпикастастерона и его конъюгатов на рост и развитие гречихи посевной (<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench.) в лабораторных условиях	9
Алехно А. В. Роль ресурсного центра в экологическом воспитании учащихся начальных классов сельской школы.....	12
Аманов С. А. Чужеродные виды растений во флоре района полевых практик Улановичи	15
Ашырова Дж. А. Влияние высоких концентраций сульфата марганца (II) на плодовитость F1 линии Berlin <i>Drosophila melanogaster</i>	18
Басалай Е. Н. О возможных направлениях действий по обеспечению экологически безопасного обращения с осадками городских сточных вод.....	21
Белякова Д. А., Марчук Е. В., Морозик Д. А. Видовое разнообразие беспозвоночных животных организованных мест отдыха ГПУ «Республиканский ландшафтный заказник “Озеры”»	24
Бобкова В. Г. Мониторинг состояния древесно-кустарниковых растений в зеленых насаждениях Бобруйского и Гродненского районов ..	26
Богданович А. А. Биологическое действие низких концентраций сернистого марганца на динамику откладки яиц линии Berlin <i>Drosophila melanogaster</i>	29
Бонько М. Н. Сравнительная характеристика морфоанатомических особенностей побегов двух видов р. <i>Caragana</i> Lam.	32
Бортников С. Д., Бухта Н. С. Виды земель Новогрудского района Гродненской области и их динамика.	35
Вабищевич М. М. Особенности <i>Ambrosia artemisiifolia</i> L. как представителя адвентивной флоры.....	38
Вьюн В. И. Влияние эпикастастерона и его конъюгатов на рост и развитие гречихи посевной (<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench.) сорта Александрина в лабораторных условиях	41
Геленко В. Н. Эколого-географическая характеристика водоемов различного типа в окрестностях г. Бреста	44
Гончаревич Е. Д. Анализ динамики выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух предприятием ОАО «Беловежский» за период 2018–2021 гг.	47
Гончаревич Е. Д. Элементы экологии при изучении разделов химии «Строение атома и систематизация химических элементов» и «Химическая связь»	50
Гресь Я. А. Таксономическая характеристика фитопланктона р. Щары ...	53
Гук А. И. Ростостимулирующее действие конъюгатов природных брассиностероидов с кислотами на бобовые культуры	56

Гущеня Д. С. Таксономическая структура коллекции листовых суккулентов зимнего сада Центра экологии	59
Демьянчик М. М. Сортовые особенности формирования кроны у двухгодичных саженцев черешни	62
Джумагелдиев Б. Р. Влияние высоких концентраций пищевого красителя аннато на плодовитость F1 линии Berlin <i>Drosophila melanogaster</i>	65
Динмухаммедов Р. Влияние высоких концентраций пищевого красителя кармина на плодовитость F1 линии Berlin <i>Drosophila melanogaster</i>	68
Евдокимов И. А. Мониторинг количества переработки отходов стекла на КПУП «Брестский мусороперерабатывающий завод» за 2018–2021 гг. ...	71
Ефимова А. А. Сосудистые растения р. Пины и ее старицы в черте г. Пинска	74
Желудов М. А. Народно-хозяйственное и фармацевтическое использование чистотела большого (<i>Chelidonium majus</i> семейство Маковые – <i>Papaveraceae</i>).....	77
Жилко А. П. Оценка загрязнения воздуха методом лишеноиндикации	79
Жлоба К. С. Экологические особенности распределения наземных моллюсков в биотопах г. Гродно и г. Светлогорска.....	82
Ивановская П. Ю. Морфогенез у двух типов микропобегов розы на питательных средах с различным содержанием 6-бензиламинопурина....	85
Игнатюк В. В. Внутренняя структура однолетнего стебля авокадо	88
Кайдалова М. О., Корнейчук И. И. Оценка фитотоксичности почв некоторых урбанизированных территорий в отношении <i>Raphanus sativus</i> L. var. <i>Radicula</i> Pers.....	91
Кардаш Е. Б., Косяк Ю. А. Модификация биосинтетического потенциала лекарственных растений с помощью пептидных элиситоров...	94
Киндеев А. Л., Кухлевский Е. А. Пространственная неоднородность кислотности почв на примере опытного участка.....	97
Кирикович Е. И. Оценка токсичности почв некоторых урбанизированных территорий в отношении проростков полевицы тонкой.....	101
Кирилюк К. О. Жизненное состояние дендрофлоры парка культуры и отдыха имени 50-летия Советской власти г. Каменца	103
Кисиль В. М. Адаптация к условиям культивирования и индукция каллусогенеза у листовых эксплантов двух сортов роз	106
Кислицын Д. А. Использование индексов засоления для изучения дерновых заболоченных почв	109
Коваленко В. А. Видовой состав сосудистых растений парка в аг. Можейково Лидского района Гродненской области	112
Колядич М. А. Оценка гумусового состояния почв некоторых придорожных территорий г. Бреста	115

Комарчук Ю. А. Сравнительная характеристика эпидермы листа <i>Rhododendron catawbiense</i> Michx. первого года жизни, произрастающих в разных районах интродукции	118
Крукович А. А. Отзывчивость листовых эксплантов двух сортов малины на условия культивирования	121
Кулик А. А., Савченко В. В., Таирбергенов Ю. А., Яглинская М. В., Тимошенко И. Э., Капинская А. А. Интенсификация выращивания лесного посадочного материала на основе использования отходов лесного и сельскохозяйственного производства	124
Кушпет Н. М. Болезни некоторых плодовых растений д. Гута Дрогичинского района.....	127
Лапука А. С. Биотестирование влияния конъюгатов природных brassinosteroidов с кислотами на морфометрические параметры фестулолиума.....	129
Лешик С. Н. Мониторинг выбросов в атмосферу летучих веществ предприятием ОАО «Ляховичский льнозавод» за 2020–2021 гг.	132
Лешик С. Н. Эколого-химические аспекты обучения химии в старших классах.....	135
Лешкевич Н. К. Экологическое воспитание на уроках химии при изучении темы «Углеводороды в природе».....	137
Липина Е. Г. Оценка эколого-хозяйственного баланса административных районов Брестской области	140
Литвинова В. Ю. Влияние эпикастастерона и его конъюгатов с кислотами на биохимические параметры гречихи посевной в лабораторном эксперименте	143
Литош Н. Н. Оценка состояния р. Березины в черте г. Светлогорска методом альгоиндикации	146
Максимов С. Н. Анатомическое строение однолетнего стебля магнолии звездчатой (<i>Magnolia stellata</i> (Siebold & Zucc.) Maxim.)	149
Мешкина В. И. Эффективность применения метода озонирования сточных вод на очистных сооружениях пгт Большая Берестовица.....	152
Мудрагелова Ю. А. Регрессионная зависимость индексов разнообразия Березинского биосферного заповедника	155
Мялик Д. В. Использование популяционного метода в изучении лекарственных растений.....	159
Науменко Н. С. Морфометрические особенности густеры <i>Vilca bjoerkna</i> (Linnaeus, 1758) в р. Днепр (в пределах Республики Беларусь).....	162
Нестерук В. С. Оценка влияния эпикастастерона и его конъюгатов на содержание фотосинтетических пигментов в побегах фестулолиума ...	165
Никифоров К. Г. Анализ ДНК-полиморфизма популяций <i>Genista tinctoria</i> L. из различных географических местообитаний на территории Республики Беларусь.....	168

Новик Н. В. Анализ содержания загрязняющих веществ в р. Лесной за 2019–2021 гг.	170
Новикова Т. И. Возделывание силфий пронзеннолистной при использовании гербицидов и при подпокровном посеве	173
Ораздурдыева А. А. Влияние различных концентраций пищевого красителя хлорофилла на плодовитость F1 линии Berlin <i>Drosophila melanogaster</i>	176
Орищук Е. В. Экологическая направленность школьного курса химии при изучении щелочных металлов	179
Павлюковец Н. Г. Характеристика инвазионных растений в Ивановском районе	182
Петручик Е. С. Изменения плодовитости потомства <i>Drosophila melanogaster</i> L. при однократном введении в питательную среду пищевого красителя тартразина (E102)	185
Прохоцкая Н. С. Характер аллелопатических взаимодействий между цинией и астрой.....	188
Пшик И. Ф. Сравнение параметров роста и продуктивности двух сортов моркови столовой в вегетационный период 2021 г.	191
Разгуляева М. В. Влияние высоких концентраций куркумина на численность особей F1 линии Berlin <i>Drosophila melanogaster</i>	194
Размыслович К. А. Морфотаксономическая структура эпифитной лишенобиоты Московского района г. Бреста.....	197
Рахуба М. Г. Целлюлозолитическая активность почв придорожных территорий в условиях г. Бреста.....	200
Романович Д. А. Влияние эпикастастерона и его конъюгатов на рост и развитие овса посевного (<i>Avena sativa</i> L.) в лабораторных условиях	203
Рохацевич Д. И. Фенологическое развитие раннецветущих декоративных древесных растений сада непрерывного цветения БрГУ имени А. С. Пушкина	206
Рылач Ю. В. Оценка степени загрязненности катионами марганца р. Припяти в районе г. Пинска за период 2017–2021 гг.	209
Савчук А. А. Санитарное состояние древесных растений парка г. Пружаны	212
Садковская А. И. Изменчивость экоморф пространственно-временного ряда сосняка мшистого естественного и искусственного происхождения (Гродненская пуща).....	215
Садуллаев Х. Р., Кайдалова М. О. Влияние засоления на ранних этапах онтогенеза <i>Phleum pratense</i> L.	218
Сапач Я. С. Мониторинг уровня здоровья учащихся учреждения образования «Гродненский государственный медицинский колледж»	220
Сахно В. Б. Фиторемедиация огородных почв в условиях полиэлементного загрязнения тяжелыми металлами.....	223

Симонович И. И. Сравнительная характеристика однолетних стеблей <i>Citrus sinensis</i> L. и <i>Fortunella margarita</i> Swingle	225
Синицына Д. А. Мониторинг выбросов загрязняющих веществ предприятием «Барановичские тепловые сети» за период 2016–2020 гг. ...	228
Синяковская Е. Ю. Экологические комплексы пауков болота Чёртово и парковых комплексов г. Гродно	231
Смаршкова Ю. И. Молекулярно-генетическая изменчивость багульника (<i>Rhododendron tomentosum</i> Hartmaja) во флоре Беларуси.....	234
Снопко О. О. Фитопатогенные микромицеты г. Верхнедвинска и его окрестностей.....	237
Собко В. М. Эколого-таксономическая структура бриофитов отдела «Агробиология»	240
Стасюк А. С. Сравнение параметров роста и продуктивности двух сортов свеклы столовой в вегетационный период 2021 г.	243
Стасюкевич А. В. К изучению фауны и экологии шмелей урбанизированных территорий г. Гродно	246
Сыман М. В. Сравнительная характеристика структуры однолетних стеблей тиса ягодного и кипарисовика Лавсона.....	249
Тарасюк В. М. Сравнительный анализ динамики выбросов диоксида азота и угарного газа предприятий «Барановичская теплоэлектростанция» и «Брестская теплоэлектростанция» за период 2019–2021 гг.	252
Филичкина В. Е. Влияние лаурилсульфата натрия на некоторые параметры развития инбредных линий <i>Drosophila melanogaster</i> L.	255
Франчук О. Н., Синчук Н. В. Оценка вредоносности самшитовой огневки (<i>Cydalis perspectalis</i> (Walker, 1859)) и эффективности мер борьбы с ней в г. Бресте.....	258
Хомич Е. А. Динамика численности лося <i>Alces alces</i> на территории юго-запада Республики Беларусь	261
Черкезова Я. А. Предварительные итоги изучения почвенных жесткокрылых на территории биотопов г. Гродно.....	264
Четырбок Е. А. Особенности выноса тяжелых металлов растениями при использовании различных почвенных добавок.....	267
Шерко А. Ф. Реализация здоровьесберегающих образовательных технологий на уроках химии при изучении темы «Альдегиды»	270
Шляхтов А. Ю. Распространение инвазивного вида клена ясенелистного по берегам р. Западная Двина	273
Яцушкевич А. И. Влияние эпикастастерона и его конъюгатов на морфометрические параметры сильфии пронзеннолистной сорта Первый Белорусский	276

М. А. АДАМЧУК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – С. Э. Кароза, канд. биол. наук, доцент

ВЛИЯНИЕ ЭПИКАСТАСТЕРОНА И ЕГО КОНЬЮГАТОВ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ГРЕЧИХИ ПОСЕВНОЙ (*FAGOPYRUM ESCULENTUM* MOENCH.) В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Актуальность. Гречиха является наиболее ценной крупяной культурой. Ее белки отличаются высокой питательностью и усвояемостью, обладают биологической полноценностью. В гречневой крупе имеются все вещества, необходимые для нормальной жизнедеятельности организма [1].

В Республике Беларусь ее производство не так популярно из-за невысокой урожайности и низкой устойчивости к неблагоприятным погодным условиям. В данный момент, наряду с традиционными методами повышения продуктивности и устойчивости сельскохозяйственных культур к неблагоприятным факторам используют биологически активные вещества, способные не только стимулировать рост и развитие растений, но и повышать их иммунитет к стрессовым факторам [2]. К таким веществам относят brassinosterоиды, которые обладают высокой рострегулирующей активностью и широким диапазоном физиологического действия в очень низких концентрациях, а также, возможно, их конъюгаты с кислотами. Анализ влияния brassinosterоидов и их конъюгатов с кислотами на показатели всхожести, роста и развития гречихи необходим для подбора оптимальных доз препаратов для последующих полевых экспериментов. Исследование действия стероидных препаратов на функциональные и биохимические параметры позволит лучше понять механизм их воздействия на растения и имеет определенное теоретическое значение.

Цель – определить наиболее перспективные концентрации растворов эпикастастерона и его конъюгатов с кислотами для стимулирования роста и развития гречихи посевной сорта Влада на основе анализа их влияния на морфометрические показатели в лабораторных условиях.

Материалы и методы. Для того чтобы изучить влияние brassinosterоидов и их конъюгатов на рост и развитие гречихи посевной, был проведен ряд опытов в лабораторных условиях, которые осуществлялись по СТБ 1073-97 [3]. Математическую обработку всех данных проводили с использованием программы Excel 2013 по П. Ф. Рокицкому с вычислением стандартных статистических характеристик. Достоверность различий между вариантами определяли по критерию Стьюдента.

Результаты исследований. Осуществлена проверка рострегулирующей активности растворов трех стероидных соединений (24-эпикастастерон (ЭК), 22-моно-салицилат 24-эпикастастерона (S23) и тетраиндолиацетат 24-эпикастастерона (S31)) в широком спектре концентраций (10^{-7} – 10^{-11} М) в отношении гречихи посевной (*Fagopyrum esculentum* Moench.) сорта Влада.

Анализ результатов показал, что исследуемые стероиды оказали неоднозначное влияние на энергию прорастания гречихи в зависимости от используемой концентрации. Все три вещества в концентрации 10^{-7} М незначительно снижали ее примерно до 60 %, растворы в концентрации 10^{-11} М или не оказывали влияния, или незначительно понижали этот показатель. Значимо повышали энергию прорастания растворы в среднем диапазоне концентраций, но для разных препаратов максимум наблюдался при разных значениях: для ЭК – 10^{-9} , для S23 – 10^{-8} , а для S31 – 10^{-9} и 10^{-8} М. В последнем случае влияние было практически одинаковое, но более слабое, чем у двух первых препаратов (рисунок). Влияние на всхожесть было сходным, но менее выраженным. Максимально повышало ее использование растворов ЭК в концентрации 10^{-9} , S23 – 10^{-8} , S31 – 10^{-9} и 10^{-8} М. Сравнительный анализ двух показателей выявил, что энергию прорастания максимально повышало применение ЭК в концентрациях 10^{-10} и 10^{-9} М, а использование его конъюгатов дало менее выраженный эффект: для S23 максимальное повышение обеспечила концентрация 10^{-8} М, а для S31 – концентрация 10^{-9} М. На всхожесть максимальное положительное влияние ЭК оказало применение раствора ЭК с концентрацией 10^{-9} М, а S23 и S31 – 10^{-8} М.

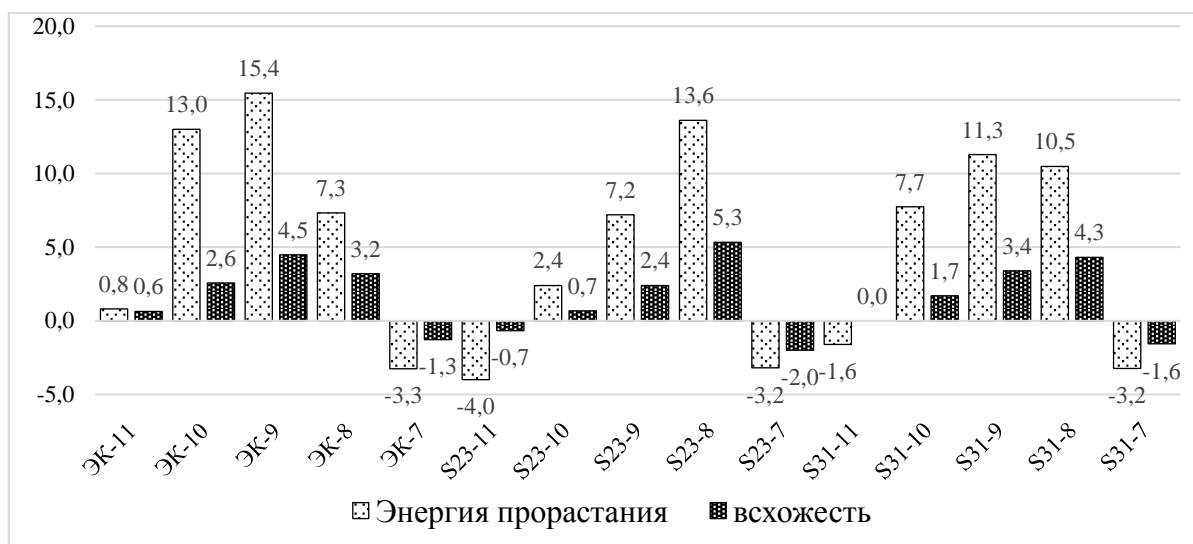


Рисунок – Влияние эпикастастерона и его конъюгатов на морфометрические параметры гречихи посевной, % к контролю: –11, –10, –9, –8, –7 – молярные концентрации ЭК, S23 и S31

Анализ влияния препаратов на высоту побегов показал, что максимальное влияние эпикастастерона на высоту проростков проявлялось в концентрациях 10^{-11} , 10^{-10} , 10^{-9} и 10^{-8} М, и только раствор в концентрации 10^{-7} М оказал незначительное подавляющее действие. Наибольшее стимулирующее действие на высоту проростка оказали растворы S23 в концентрациях 10^{-8} М и 10^{-9} М, однако самая низкая доза значительно ухудшила этот показатель. S31 во всех концентрациях оказывал положительное влияние на показатели высоты проростка.

Влияние растворов на длину корней существенно отличалось от влияния на высоту побегов: две минимальные концентрации (10^{-11} и 10^{-10} М) или вызывали уменьшение этого показателя, или не влияли на него. Замачивание семян в растворе ЭК вызывало снижение исследуемого показателя в трех минимальных концентрациях – 10^{-11} , 10^{-10} и 10^{-9} М. При использовании раствора ЭК в концентрации 10^{-8} М длина увеличивалась по сравнению с контролем. Обработка семян растворами S23 концентрациями 10^{-8} и 10^{-9} М благоприятно повлияла на длину корешка. Впрочем, три из пяти опробованных концентраций оказали подавляющее действие на итоговые показатели длины. Применение S31 дало отрицательный эффект в минимальной концентрации с уменьшением длины корней. В остальных вариантах происходило увеличение длины корней, но значимым оно было только при использовании растворов в концентрациях 10^{-9} и 10^{-8} М.

Заключение. Практически по всем анализируемым шести показателям (энергия прорастания, всхожесть, длина и масса побегов и корней) максимальные стимулирующие свойства проявил эпикастастерон, его конъюгаты действовали слабее, хотя общая закономерность сохранялась. Растворы в минимальной исследованной концентрации (10^{-11} М) не давали значимого эффекта или незначительно уменьшали показатели, а в максимальной концентрации (10^{-7} М) оказывали достаточно сильное ингибирующее влияние на рост гречихи посевной сорта Влада. Таким образом, на следующем этапе исследований можно ограничиться тремя концентрациями всех трех препаратов, а именно 10^{-10} , 10^{-9} и 10^{-8} М.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нехаев, А. А. Высокие урожаи гречихи – каждый год / А. А. Нехаев, А. Н. Анохин. – Минск : Ураджай, 1988. – 39 с.
2. Хрипач, В. А. Брассиностероиды / В. А. Хрипач, Ф. А. Лахвич, В. Н. Жабинский. – Минск : Наука и техника, 1993. – 287 с.
3. Семена зерновых культур. Сортовые и посевные качества. Технические условия : СТБ 1073-97. – Введ. 01.10.97. – Минск, 1986. – 18 с.

К содержанию

А. В. АЛЕХНО

Гомель, ГГУ имени Ф. Скорины

Научный руководитель – Н. М. Дайнеко, канд. биол. наук, доцент

РОЛЬ РЕСУРСНОГО ЦЕНТРА В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ВОСПИТАНИИ УЧАЩИХСЯ НАЧАЛЬНЫХ КЛАССОВ СЕЛЬСКОЙ ШКОЛЫ

Экологическое воспитание – это процесс формирования у ребенка осознанного восприятия окружающего мира, понимания в необходимости бережного отношения к природе, разумного использования богатств природы, природных ресурсов. Первоначальные азы экологического воспитания закладываются именно в начальных классах, поскольку начальная школа – это один из самых важных этапов процесса формирования личности ребенка. Именно в этот момент учащийся получает свои первые, общие знания о природе, окружающем его мире и способах охраны этого наследия. Дальнейшее отношение ребенка к природе будет основываться на знаниях, полученных ранее, и нравственном отношении к природным объектам. Из этого всего и будет формироваться ценность природы в глазах ребенка [1; 2].

Актуальность. Одной из основных задач подрастающего поколения сельской школы является формирование у подрастающего поколения понимания своего органичного единства с окружающей средой и убеждения в том, что улучшение жизни зависит прежде всего от сохранения среды обитания. Окружающая среда становится важнейшим педагогическим средством воспитания индивида, а экологическая работа – одним из путей развития в современных условиях. Овладение умением общения и взаимодействия с окружающим миром способствует развитию свободной личности, способной к самовыражению и самореализации.

Цель – выявление роли ресурсного центра по экологическому воспитанию в формировании экологической грамотности у школьников в процессе обучения.

Материалы и методы – теоретический анализ научно-методической и психолого-педагогической литературы, опытно-экспериментальная работа.

Результаты исследований. С целью выявления первичных знаний, навыков и умений вести себя в природе было проведено анкетирование на диагностическом этапе. В анкетировании принимали участие 20 учащихся (таблица 1).

Таблица 1 – Анкетирование среди учащихся начальных классов на наличие навыков и умений вести себя в природе

Вопросы	Ответы учащихся
Любишь ли ты отдыхать на природе?	Да – 20 чел.
Что больше всего ты любишь делать на природе?	– Купаться, загорать – 6 чел. – Отдыхать, наблюдать за природой – 6 чел. – Собирать ягоды, грибы – 2 чел. – Играть в подвижные игры – 4 чел. – Собирать цветы, природный материал – 2 чел.
Помогал ли ты растениям или животным?	– Нет – 2 чел. – Лечил собаку – 2 чел. – Подобрал бездомную кошку – 6 чел. – Подкармливал зимой птиц – 10 чел.
Принимал ли участие в мероприятиях по охране природы?	– Нет – 0 чел. – Помогал родителям по хозяйству – 3 чел. – Совместно с родителями делал скворечник / кормушки – 8 чел. – Участие в процессе озеленения пришкольного участка – 9 чел.
Любишь ли ты читать литературу и книжки о окружающей природе? Какие?	– Да – 18 чел. – Читать книги не люблю – 2 чел.

Проанализировав результаты проведенного анкетирования учащихся начальных классов, можно сделать следующие выводы: большинство учащихся стараются соблюдать правила по охране окружающей среды, что проявляется в заботе о животных и растениях. Несмотря на это, небольшое количество учащихся все же невежественно относится к природе (на второй вопрос два человека ответили, что любят рвать цветы). 10 % детей не любят читать книги о природе.

Для разработки основ экологического воспитания на базе государственного учреждения образования «Рассветовский детский сад – средняя школа Октябрьского района» в 2019 г. был создан и успешно функционирует ресурсный центр по экологическому воспитанию.

Ресурсный центр экологического воспитания – это структурное подразделение учреждения образования, обеспеченное педагогическими кадрами, на базе которого осуществляется интеграция и концентрация педагогических, информационных, интеллектуальных ресурсов образования.

Работа ресурсного центра по экологической культуре в нашей школе осуществляется посредством проведения классных и информационных часов, внеклассных мероприятий, уроков биологии, работы объединения по интересам «Юный эколог», различных акций, общешкольных экологи-

ческих субботников, тесного сотрудничества с Рассветовским лесничеством в работе школьного лесничества. Мы принимаем активное участие в районных, областных и республиканских конкурсах экологической направленности.

После внедрения в работу ресурсного центра по экологическому воспитанию было проведено очередное анкетирование с учащимися начальных классов (таблица 2).

Таблица 2 – Анкетирование на тему «Охрана окружающей среды»

Вопросы	Ответы учащихся
Считаешь ли ты, что необходимо защищать окружающую природу?	Да – 20 чел.
Любишь ли ты читать литературу и книги о природе и животных?	– Да – 18 чел. – Читать книги не люблю – 2 чел.
Считаешь ли ты, что охота на диких животных – это правильно?	– Нет – 15 чел. – Да – 5 чел.
Любишь ли ты экологические игры?	– Нет – 4 чел. – Да – 16 чел.
Нравится ли тебе профессия лесника?	– Нет – 6 чел. – Да – 14 чел.

Из полученных результатов следует, что в классе знания усвоились хорошо. Учащиеся были заинтересованы в получении новых знаний, все активно участвовали в предложенных им мероприятиях. Во время беседы по теме урока практически все ребята показали достаточно глубокие знания о природе.

Заключение. Экологическое воспитание подрастающих школьников – одно из самых приоритетных направлений в работе школы, которое осуществляется с учетом возраста учащихся и имеет конечной целью формирование нравственно-экологической культуры.

Целенаправленная систематическая работа по нравственно-экологическому воспитанию школьников способствует значительному повышению нравственно-экологической культуры школьников.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Афанасьева, Е. Экология не знает границ / Е. Афанасьева // Юный натуралист. – 1990. – № 1. – С. 30–32.
2. Виноградова, Н. Ф. Экологическое воспитание младших школьников: Проблемы и перспективы / Н. Ф. Виноградова // Нач. шк. – 2002. – № 4. – С. 20–24.

К содержанию

УДК 581.524.2(476)

С. А. АМАНОВ

Витебск, ВГУ имени П. М. Машерова

Научный руководитель – Л. М. Мержвинский, канд. биол. наук, доцент

ЧУЖЕРОДНЫЕ ВИДЫ РАСТЕНИЙ ВО ФЛОРЕ РАЙОНА ПОЛЕВЫХ ПРАКТИК УЛАНОВИЧИ

Актуальность. В Беларуси вопросам внедрения чужеродных видов растений в естественные и нарушенные местообитания уделяется большое внимание, создана нормативная правовая база, позволяющая проводить мероприятия по регулированию распространения и численности инвазивных видов растений. Значительным шагом по реализации мер борьбы с вредоносными организмами стало принятие в 2008 г. Советом Министров Республики Беларусь «Плана действий по предотвращению и минимизации ущерба от распространения вредоносного чужеродного вида растений – борщевика Сосновского», а также рядом постановлений Совета Министров Республики Беларусь (2016) и Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды (2009, 2011) по вопросам регулирования распространения и численности дикорастущих растений отдельных видов, распространение и численность которых подлежат регулированию, также установлен и постоянно обновляется перечень дикорастущих растений, запрещенных к интродукции и (или) акклиматизации.

Цель – выявить агрессивные чужеродные растения в составе флоры района полевых практик Улановичи, спрогнозировать их поведение, установить возможный ущерб от их инвазии.

Материал и методы. Материалом являлись популяции инвазионных растений. Исследования проводились по всей изучаемой территории маршрутным, стационарным и полустационарным методом. Наблюдения за способностью натурализации некоторых культивируемых растений велись на стационаре Улановичи. Изучались также литературные источники и интернет-ресурсы.

Результаты и их обсуждение. В ходе полевых исследований в 2020–2021 гг. мы установили, что в окрестностях агростанции Улановичи произрастает 413 видов высших сосудистых растений. Отмеченные виды относятся к различным отделам. Из них плауны – 2 вида, хвощи – 4 вида, папоротники – 5 видов, голосеменные – 3 вида, покрытосеменные – 399 видов [1]. В список флоры включены дикорастущие виды, некоторые хорошо натурализовавшиеся и культивируемые на дачных и приусадебных участках виды.

В исследовании была использована работа Л. М. Мержвинского «Флора Белорусского Поозерья: Классификационный список высших сосудистых растений» [2]. Видовая принадлежность устанавливалась по «Определителю высших растений Беларуси» [3].

В настоящее время ведется кадастр растительного мира, в рамках которого проводится учет всех известных популяций инвазивных видов растений [4].

В ходе полевых исследований в 2019–2021 гг. нами установлено, что в районе стационара Улановичи в природных сообществах, в синантропных растительных группировках и на приусадебных участках встречается 28 видов и гибридов чужеродных растений: Аир обыкновенный (*Acorus calamus*) встречается по берегу Западной Двины, в ручьях и сажалках, используется населением для лекарственных целей. Арония Мичурина (*Sorbaronia mitschurinii*) широко выращивается в культуре как пищевое и лекарственное растение, активно дичает; Астра иволистная (*Symphytotrichum salignum*) выращивается в культуре, активно дичает. Астра новобельгийская, или виргинская (*Symphytotrichum novi-belgii*) выращивается в культуре, активно дичает. Гигантские борщевики встречаются на берегу Западной Двины и в составе синантропных растительных группировок, на городском кладбище, с ними ведется борьба механическими и химическими способами. Бузина красная (*Sambucus racemosa*) встречается в лесах. Бузина черная (*Sambucus nigra*) изредка встречается в культуре. Галинзога мелкоцветковая (*Galinsoga parviflora*) и галинзога реснитчатая (*Galinsoga ciliata*) – злостные сорняки в посевах. Девичий виноград пятилисточковый (*Parthenocissus quinquefolia*) широко используется для вертикального озеленения, дичает. Дуб красный (*Quercus rubra*) изредка используется в озеленении. Золотарник канадский (*Solidago canadensis*) выращивается в культуре и массово заселяет необрабатываемые дачные участки, городское кладбище и пустыри. Возможно, встречается и второй вид инвазивного золотарника – золотарник гигантский (*Solidago gigantea*), но требуются дополнительные исследования по определению видовой принадлежности. Ирга колосистая (*Amelanchier spicata*) выращивается как ягодная культура и широко распространяется в близлежащие леса птицами. Клен ясенелистный (*Acer negundo*) ранее использовался в озеленении, в настоящее время внедрился в лесные фитоценозы, прибрежные заросли Западной Двины, активно заселяет пустыри и синантропные растительные сообщества. Недотрога железистая (*Impatiens glandulifera*), или бальзамин железистый, ранее культивировалась, в настоящее время часто встречается по берегам водоемов и в синантропных растительных сообществах. Недотрога мелкоцветковая (*Impatiens parviflora*) иногда встречается в тенистых еловых и смешанных лесах в окрестностях стационара, увеличивает численность. Обле-

пиха крушиновидная (*Hippophae rhamnoides*) выращивается в культуре и хорошо дичает. Ослиник двулетний (*Oenothera biennis*) и ослиник красностебельный (*Oenothera rubricaulis*) уже давно натурализовались, растут на песчаных почвах, на суходолах, опушках, обочинах дорог, пустошах. Подсолнечник клубненосный, или земляная груша, или топинамбур (*Helianthus tuberosus*), нечасто выращивается на дачных и приусадебных участках, хорошо дичает и совместно с другими видами образует рудеральное высокотравье. Рейнутрия сахалинская, или сахалинская гречиха (*Fallopia sachalinensis*), и Рейнутрия японская (*Reynoutria japonica*) иногда выращиваются как декоративные растения. Робиния ложноакация (*Robinia pseudoacacia*) выращивается в парке культуры и отдыха как декоративное растение, иногда на приусадебных участках как декоративное и медоносное растение, хорошо распространяется в сосновых лесах, на обочинах дорог и пустырях. Рябинник рябинолистный (*Sorbaria sorbifolia*) выращивается как декоративный кустарник, встречается на заброшенных землях в местах бывшей культуры, свалках, обочинах дорог. Тополь белый, или серебристый (*Populus alba*) выращивается в парке культуры и отдыха как декоративное растение, дает большое количество корневой поросли. Элодея канадская (*Elodea canadensis*) встречается в прудах, сажалках. Эхиноцистис лопастный, или шиповатый (*Echinocystis lobata*) ранее выращивался для вертикального озеленения, сейчас образует заросли по берегам Западной Двины, на пустырях и синантропных участках.

Заключение. Таким образом, нами выделена группа из 27 видов растений, которые имеют различный инвазионный потенциал.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аманов, С. А. Лекарственные растения района полевой практики Улановичи / С. А. Аманов // Молодость. Интеллект. Инициатива : материалы IX Междунар. науч.-практ. конф. студентов и магистрантов, Витебск, 23 апр. 2021 г. / Витеб. гос. ун-т ; редкол.: Е. Я. Аршанский (гл. ред.) [и др.]. – Витебск : ВГУ им. П. М. Машерова, 2021. – С. 39–40.

2. Мержвинский, Л. М. Флора Белорусского Поозерья: Классификационный список высших сосудистых растений / Л. М. Мержвинский. – Витебск : Изд-во ВГУ им. П. М. Машерова, 2000. – 60 с.

3. Определитель высших растений Беларуси / под ред. В. И. Парфенова. – Минск : Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.

4. Черная книга флоры Беларуси: чужеродные вредоносные растения / Д. В. Дубовик [и др.] ; под общ. ред. В. И. Парфенова, А. В. Пугачевского. – Минск : Беларус. навука, 2020. – 407 с.

К содержанию

Дж. А. АШЫРОВА

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. Ф. Ковалевич, старший преподаватель

**ВЛИЯНИЕ ВЫСОКИХ КОНЦЕНТРАЦИЙ СУЛЬФАТА
МАРГАНЦА (II) НА ПЛОДОВИТОСТЬ F1 ЛИНИИ BERLIN
*DROSOPHILA MELANOGASTER***

Актуальность. Тяжелые металлы обладают способностью накапливаться в почвах и сохраняться на протяжении десятилетий. Накопление тяжелых металлов в почвах связано с быстрым развитием и активной работой промышленных предприятий, резким увеличением количества автотранспорта, ежегодным внесением в почву высоких доз минеральных удобрений, широким применением пестицидов и гербицидов [1, с. 3]. Группа тяжелых металлов содержит элементы, необходимые для жизнедеятельности живых организмов. К таковым относятся кобальт, медь, железо, марганец, молибден, цинк и в меньших количествах хром, ванадий, никель и свинец. Такие тяжелые металлы, как медь, железо, молибден, кобальт и иногда марганец, принимают участие в окислительно-восстановительных процессах; действие цинка и марганца связано с процессами гидролиза и переноса групп. В природе марганец встречается только в виде соединений [2, с. 619]. Марганец поступает в клетки в форме ионов Mn^{2+} . Содержание марганца на территории Брестского района характеризуется широкими пределами и в некоторых участках превышает норму [3, с. 84]. По данным литературы, основными антропогенными источниками поступления марганца в почву являются выбросы машиностроительных и ремонтных предприятий (при сварке и резке металла) и транспорта (в бензине в качестве антидетонаторной присадки).

Drosophila melanogaster является удобным объектом для изучения биологического действия различных химических и физических факторов. Это обусловлено рядом преимуществ: короткий цикл развития, высокая плодовитость, большое число изученных генов, определяющих легко различимые признаки, малое число хромосом, удобство и дешевизна разведения [4, с. 6].

Цель исследования – проанализировать особенности воздействия высоких концентраций сульфата марганца (II) на плодовитость F1 линии Berlin *Drosophila melanogaster*.

Материалы и методы. Для постановки эксперимента использовалась линия Berlin *D. melanogaster* из коллекции кафедры зоологии и генетики

БрГУ имени А. С. Пушкина. Это дикая линия, все гены нормальные. Мухи содержались на сахаро-дрожжевой среде при температуре 23 °С. Для оценки биологического действия сульфата марганца (II) на плодовитость линии дрозофилы использовались четыре варианта опыта: контроль, концентрация действующего вещества 10^{-4} , 10^{-3} и 10^{-2} г/л. Действующее вещество добавлялось в питательную среду дрозофилы. Плодовитость мух при различных вариантах воздействия оценивали у поколения F1 по количеству вышедших имаго от двух пар мух, при этом проводился полный учет численности мух. Подсчет мух проводился ежедневно в течение 14 суток. При оценке плодовитости учитывали соотношение полов.

Результаты исследований. Анализ плодовитости лабораторной линии Berlin *D. melanogaster* при культивировании на средах, содержащих заданные концентрации сульфата марганца (II), позволил выявить некоторые особенности (рисунок 1).

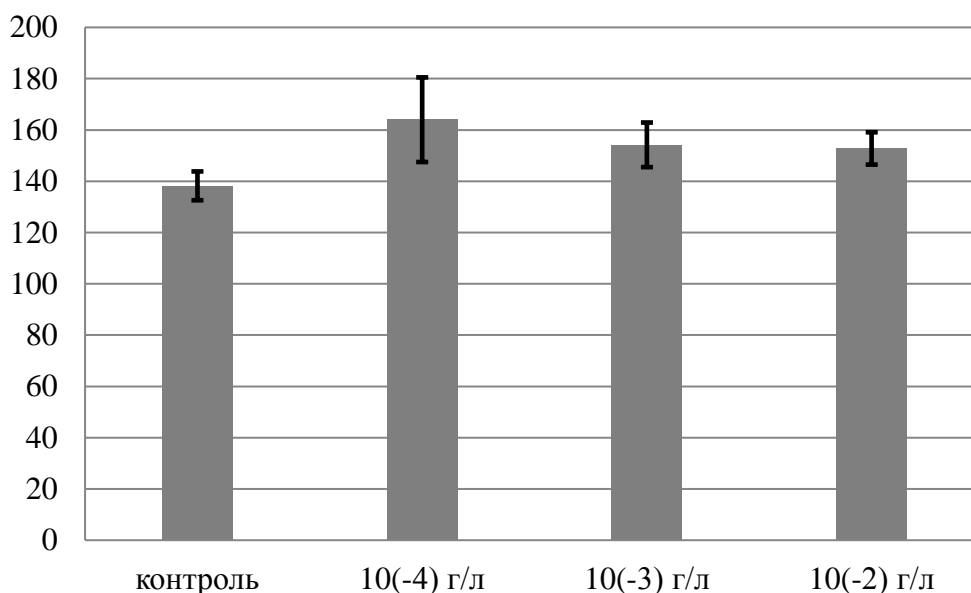


Рисунок 1 – Плодовитость F1 линии Berlin *Drosophila melanogaster*

Сульфат марганца (II) в заданных концентрациях не приводит к изменению численности особей линии Berlin *D. melanogaster* при всех вариантах воздействия. Однако следует отметить, что при воздействии концентрации сульфата марганца (II) 10^{-2} г/л наблюдается тенденция к увеличению численности особей в культуре по сравнению с контролем.

Сравнительный анализ численности самок и самцов при различных вариантах воздействия сульфата марганца (II) позволил установить, что статистически достоверного изменения численности особей самок и самцов в отдельности не наблюдается (рисунок 2).

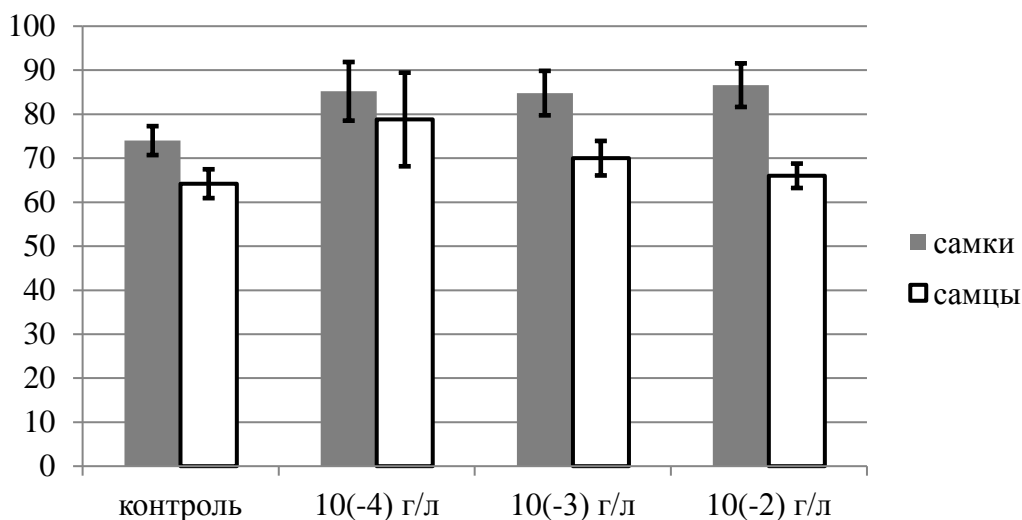


Рисунок 2 – Численность самок и самцов F1 линии Berlin *Drosophila melanogaster*

При воздействии сульфата марганца (II) в концентрациях 10^{-3} и 10^{-2} г/л наблюдается статистически достоверное увеличение количества самок по отношению к количеству самцов (при $P = 0,05$ и $0,01$ соответственно), что, однако, не влияет на изменение общей численности особей по сравнению с контролем.

Заключение. Таким образом, установлено, что воздействие высоких концентраций сульфата марганца (II) не вызывает изменения численности особей F1 линии Berlin *D. melanogaster*, однако приводит к отклонению соотношения полов от модели 1 : 1 за счет роста численности самок при культивировании линии в присутствии концентраций 10^{-3} и 10^{-2} г/л.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Титов, А. Ф. Тяжелые металлы и растения / А. Ф. Титов, Н. М. Казнина, В. В. Таланова. – Петрозаводск : Карел. науч. центр РАН, 2014. – 194 с.
2. Ахметов, Н. С. Общая и неорганическая химия : учеб. для вузов / Н. С. Ахметов. – М. : Высш. шк., 2002. – 743 с.
3. Толкач, Г. В. Содержание химических элементов в почвах на территории фермерских (крестьянских) хозяйств Брестского района / Г. В. Толкач, С. С. Позняк // Экол. вестн. – 2015. – № 3 (33). – С. 79–88.
4. Козак, М. Ф. Дрозофила – модельный объект генетики : учеб.-метод. пособие / М. Ф. Козак. – Астрахань : Астрах. ун-т, 2007. – 87 с.

К содержанию

Е. Н. БАСАЛАЙ

Брест, Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси
Научный руководитель – Н. В. Михальчук, канд. биол. наук, доцент

О ВОЗМОЖНЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ ДЕЙСТВИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО ОБРАЩЕНИЯ С ОСАДКАМИ ГОРОДСКИХ СТОЧНЫХ ВОД

Актуальность. Ежегодно в Беларуси образуется свыше 2 млн т осадков городских сточных вод (ОГСВ) [1], которые не являются объектами мониторинга и аналитического контроля и как отдельный объект нормативно-правового регулирования в области обращения с отходами не выделяются. При этом имеется научный задел и обширный опыт работы в области разработки нормативно-технических документов, регламентирующих их использование [2].

Цель работы – определить возможные направления действий по обеспечению экологически безопасного обращения с ОГСВ в Беларуси.

Результаты исследований и их обсуждение. В течение 2016–2021 гг. проведены исследования на очистных сооружениях (ОС) городов Брестской области: Бреста, Березы, Барановичей, Кобрина, Малориты, Пружан, Каменца, Ивацевичей, Лунина, Ганцевичей и Столина [1]. На основании выполненных исследований сформулированы возможные направления действий по обеспечению экологически безопасного обращения с ОГСВ.

1. Провести инвентаризацию функционирующих городских ОС с определением количественных и качественных свойств ОГСВ (физико-химических, удобрительных, токсикологических, санитарных и др.). В Беларуси к настоящему времени работы по инвентаризации и комплексному обследованию иловых площадок (ИП), ранжированию размещенных на них ОГСВ в зависимости от их состава и свойств, способов обработки и возможностей использования не проведены [2]. Вместе с тем накопленные ОГСВ специфичны по составу, условиям образования и обработки, что напрямую зависит от специализации городов и наличия в них предприятий, качества поступающих на очистку сточных вод (СВ), способов обработки СВ и ОГСВ, и отражает особенности функционирования конкретного населенного пункта [1; 2].

В 2021 г. началась работа над совместным проектом Института ЖКХ и Полесского аграрно-экологического института НАН Беларуси «Определить составы и свойства ОГСВ и органической части твердых коммунальных отходов (ОТКО), разработать оптимальную технологию их пере-

работки и обосновать направления дифференцированного применения». В процессе пятилетней реализации проекта будут исследованы физико-химические свойства накопленных и образующихся ОГСВ и ОТКО репрезентативных городов Беларуси, разработана их классификация и оценена пригодность для дифференцированного применения. Также планируется разработка пакета нормативно-правовых документов по применению продуктов переработки ОГСВ и ОТКО.

2. Включить ОГСВ в перечень объектов наблюдений при проведении локального мониторинга окружающей среды в составе НСМОС, разработать и установить перечень нормируемых показателей и периодичность контроля. Количество и местонахождение пунктов наблюдений, перечень показателей и периодичность наблюдений, перечень природопользователей, осуществляющих проведение локального мониторинга ОГСВ, должны быть определены на основании результатов инвентаризации ОС и научного обоснования проведения указанного мониторинга. В перечень параметров наблюдения при проведении локального мониторинга ОГСВ целесообразно включить рН, влажность осадка, содержание органического, биогенных и загрязняющих веществ (например, тяжелых металлов (ТМ) – свинца, кадмия и др.), а также санитарно-гигиенические показатели (например, наличие патогенных микроорганизмов, яиц гельминтов и др.).

3. Осуществлять учет количества образующихся в Беларуси ОГСВ с учетом фактической влажности, а информацию в вышестоящие организации подавать в пересчете на сухое вещество и на естественную влажность (либо на естественную влажность с указанием значения самой влажности). Это позволит получать сопоставимые данные по количеству ОГСВ из разных населенных пунктов.

4. Создать, периодически пополнять и разместить в открытом доступе информационно-аналитическую базу данных (ИАБД) о количественных и качественных характеристиках ОГСВ (физико-химических, удобрительных, токсикологических, санитарных и др.). В процессе работы над совместным проектом Института ЖКХ и Полесского аграрно-экологического института НАН Беларуси предусмотрено создание и наполнение подобной ИАБД.

5. Дополнить классификатор отходов Республики Беларусь [3], включив в него категории, которые отсутствуют, но фактически применяются в Беларуси на городских ОС. Например, смесь сырого осадка, избыточного активного ила и органических отходов после анаэробной стабилизации на ОС г. Бреста или смесь сырого осадка и избыточного активного ила после анаэробной стабилизации на ОС гг. Барановичи и Слонима.

6. Разработать порядок обращения с землями, занятыми под объекты хранения ОГСВ и выведенными из эксплуатации (например, накопленный ОГСВ г. Бреста хранится в неэксплуатируемых более 10 лет илонакопителях).

7. Разработать требования к составу, свойствам и в зависимости от этого различным направлениям использования ОГСВ (например, требования к минимальному содержанию биогенных элементов, допустимому содержанию ТМ и других опасных компонентов в ОГСВ в зависимости от направления использования; требования к санитарно-гигиеническим и другим показателям при применении ОГСВ в сельском хозяйстве, зеленом строительстве, для рекультивации и т. п.). Поскольку возможными вариантами обращения с ОГСВ в Беларуси являются три основных (внесение в землю, энергетическое использование и применение в производственных процессах), то дополнения в действующие документы и введение новых должны быть связаны с обработкой ОГСВ перед использованием непосредственно по этим направлениям.

8. Разработать требования к ОГСВ, являющимися компонентами компостов (например, при совместном компостировании с ОТКО, сельскохозяйственными отходами и т. п.), а также требования к компостам, полученным на основе ОГСВ, и областям их применения.

Заключение. Важнейшими принципами политики в области обращения с ОГСВ с учетом экономики замкнутого цикла должны стать изучение состава и свойств образующихся ОГСВ, максимальное использование биогенных и органических веществ ОГСВ, прекращение захоронения ОГСВ на полигонах твердых коммунальных отходов, увеличение количества термически перерабатываемых ОГСВ, проведение обязательной обработки ОГСВ перед их внесением в землю/почву, а также выполнение всех требований безопасности с учетом мировых тенденций обращения с ОГСВ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Басалай, Е. Н. Геоэкологическая оценка пригодности осадков городских сточных вод для различных видов использования (на примере Брестской области) / Е. Н. Басалай // Природопользование. – 2021. – № 1. – С. 93–117.

2. Войтов, И. В. Совершенствование обращения с осадками очистных сооружений канализации в Республике Беларусь / И. В. Войтов, В. Н. Марцупь // Природопользование и экологические риски : материалы науч.-практ. конф., Минск, 5 июня 2019 г. / Белорус. гос. технол. ун-т. – Минск, 2019. – С. 56–60.

3. Об утверждении, введении в действие общегосударственного классификатора Республики Беларусь [Электронный ресурс] : постановление М-ва природ. ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь, 9 сент. 2019 г., № 3-Т // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – 2019. – 8/34631.

К содержанию

Д. А. БЕЛЯКОВА, Е. В. МАРЧУК, Д. А. МОРОЗИК

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

Научный руководитель – О. В. Янчуревич, канд. биол. наук, доцент

**ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ
ЖИВОТНЫХ ОРГАНИЗОВАННЫХ МЕСТ ОТДЫХА
ГПУ «РЕСПУБЛИКАНСКИЙ ЛАНДШАФТНЫЙ ЗАКАЗНИК
“ОЗЕРЫ”»**

Актуальность. Республика Беларусь обладает значительным потенциалом для развития экологического туризма, однако в настоящее время на него приходится не более 1 % туристского рынка. В связи с эпидемиологической ситуацией экологический туризм сегодня приобретает все большую актуальность не только на территории Беларуси, но и в мире, поэтому люди все чаще стали выбирать места для отдыха на территориях заказников и национальных парков. Экологический туризм позволяет любому человеку получить «заряд здоровья», кроме того, он направлен на ознакомление посетителей с природными ценностями, экологическое воспитание и образование населения, в первую очередь детей и молодежи. Поэтому важно создание разветвленной сети центров экологического туризма, особенно на ООПТ, доступных жителям всех регионов страны.

Цель работы – выявить видовой состав беспозвоночных животных в местах организованного отдыха на территории ГПУ «Республиканский ландшафтный заказник “Озеры”» для организации экологического образования и рекреации населения.

Материалы и методы. Исследования проводили с июня по сентябрь 2021 г. на территории ГПУ «Республиканский ландшафтный заказник “Озеры”». Для сбора беспозвоночных животных, относящихся к группе герпетобионтов, использовали ловушки Барбера. Также производили сборы энтомологическим сачком. Определяли собранный материал с помощью определителей [1]. Полученные результаты будут использованы для разработки информационных стендов и их последующей установки в местах организованного отдыха на территории ГПУ «Республиканский ландшафтный заказник “Озеры”».

Результаты исследований. Для исследования были выбраны стационарные точки, которые являются организованными местами отдыха на исследуемой территории: «На роднике – 1», «На роднике – 2», «На роднике – 3», «Дружба» и «Поплавок», располагающиеся на берегу вдоль озера Белое.

Результаты исследований показали, что видовой состав беспозвоночных на стационарных точках представлен членистоногими и моллюсками (таблица).

Таблица – Видовой состав беспозвоночных организованных мест отдыха заказника «Озеры»

Вид		Отряд	Класс
Русское название	Латинское название		
Мокрица обыкновенная	<i>Porcellio scaber</i>	<i>Isopoda</i>	<i>Malacostraca</i>
Шмель обыкновенный	<i>Bombus pratorum</i>	<i>Hymenoptera</i>	<i>Insecta</i>
Клоп-солдатик	<i>Pyrrhocoris apterus</i>	<i>Hemiptera</i>	
Щитник остроплечий	<i>Carpocoris fuscispinus</i>		
Навозник лесной	<i>Anoplotrupes stercorosus</i>	<i>Coleoptera</i>	
Платизма обыкновенная	<i>Pterostichus melanarius</i>		
Жужелица медная	<i>Poecilus cupreus</i>		
Жужелица волосистая	<i>Harpalus rufipes</i>		
Оципус	<i>Ocypus nitens</i>	<i>Lepidoptera</i>	
Бронзовка золотистая	<i>Cetonia aurata</i>		
Листоед щавелевый	<i>Gastrophysa viridula</i>		
Оленек обыкновенный	<i>Dorcus parallelipipedus</i>		
Шашечница аталия	<i>Melitaea athalia</i>		
Совка агатовая	<i>Phlogophora meticulosa</i>		
Совка полевая большая	<i>Apamea monoglypha</i>		
Пяденица белополосая	<i>Epirrhoe alternata</i>		
Голубянка весенняя	<i>Celastrina argiolus</i>		
Перламутровка блестящая	<i>Issoria lathonia</i>		
Бражник сосновый	<i>Sphinx pinastri</i>		
Бражник сиреневый	<i>Sphinx ligustri</i>		
Стрекоза обыкновенная	<i>Sympetrum vulgatum</i>	<i>Odonata</i>	
Плосконожка обыкновенная	<i>Platycnemis pennipes</i>	<i>Mantodea</i>	
Богомол обыкновенный	<i>Mantis religiosa</i>	<i>Orthoptera</i>	
Мечник обыкновенный	<i>Conocephalus fuscus</i>		
Конек обыкновенный	<i>Chorthippus brunneus</i>		
Прыгунчик шиловидный	<i>Tetrix subulata</i>	<i>Stylommatophora</i>	<i>Gastropoda</i>
Слизень сетчатый	<i>Deroceras reticulatum</i>		
Улитка виноградная	<i>Helix pomatia</i>		

Общее количество беспозвоночных животных, найденных на исследуемых точках, составило 243 особи.

Таким образом, за летний сезон 2021 г. на модельных участках выявлены два вида моллюсков и 26 видов членистоногих.

Из типа Моллюски (*Mollusca*) были выявлены виды класса Брюхоногие (*Gastropoda*). Среди представителей этого класса были найдены такие виды, как слизень сетчатый (*Deroceras reticulatum*) и виноградная улитка (*Helix pomatia*).

Тип Членистоногие (*Arthropoda*) представлен в наших сборах двумя классами – Ракообразные (*Malacostraca*) и Насекомые (*Insecta*).

Из класса Насекомые (*Insecta*) выявлены виды семи следующих отрядов: Перепончатокрылые (*Hymenoptera*), Полужесткокрылые (*Hemiptera*), Жесткокрылые (*Coleoptera*), Чешуекрылые (*Lepidoptera*), Стрекозы (*Odonata*), Богомолы (*Mantodea*), Прямокрылые (*Orthoptera*).

Наибольшее количество видов беспозвоночных отмечено на стационарных точках «На роднике – 2» и «Дружба», что связано с благоприятными условиями для обитания данных видов.

Заключение. Таким образом, в местах организованного отдыха на территории ГПУ «Республиканский ландшафтный заказник “Озеры”» всего за время исследования 2021 г. выявлено 28 видов беспозвоночных животных, относящихся к двум типам – Членистоногие (*Arthropoda*) и Моллюски (*Mollusca*).

При анализе полученных данных выделены следующие доминантные виды беспозвоночных: мокрица обыкновенная (*Porcellio scaber*), слизень сетчатый (*Deroceras reticulatum*), жужелица волосистая (*Harpalus rufipes*), конек обыкновенный (*Chorthippus brunneus*), клоп-солдатик (*Pyrrhocoris apterus*).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Определитель насекомых Европейской части СССР / Н. Н. Плавильщиков [и др.] ; под ред. С. П. Тарбинского, Н. Н. Плавильщикова. – Л. : Сельхозгиз, 1948. – 1127 с.

К содержанию

УДК 591.531.1

В. Г. БОБКОВА

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

Научный руководитель – Е. И. Гляковская, канд. биол. наук

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВЫХ РАСТЕНИЙ В ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ БОБРУЙСКОГО И ГРОДНЕНСКОГО РАЙОНОВ

Актуальность. Зеленые насаждения в населенных пунктах Беларуси повышают комфортность городской среды, выполняя эстетическую функцию, снижают уровень шума, защищают от ветра [1, с. 296]. В последнее время регистрируется значительное снижение декоративности древесно-

кустарниковых растений из-за загрязнения транспортными и промышленными выбросами, высокого содержания пыли и сажи, оседающих на растениях, а также из-за деятельности членистоногих-фитофагов. Постоянное расширение ассортимента культивируемых древесно-кустарниковых растений за счет форм, ранее отсутствовавших в городских зеленых насаждениях, ведет к изменению видового состава фитофагов-вредителей [2, с. 40]. В связи с этим в зеленых насаждениях разных регионов страны необходимо проводить мониторинг состояния древесно-кустарниковых растений.

Цель исследования – выявление таксономической структуры и экологических особенностей членистоногих-фитофагов, повреждающих древесно-кустарниковые растения на территории зеленых насаждений Бобруйского и Гродненского районов.

Материалы и методы. Сбор материала проводили с июня по сентябрь 2021 г. В ходе визуального осмотра древесно-кустарниковых растений регистрировались фитофаги или вызванные ими повреждения. Идентификацию таксономической принадлежности беспозвоночных-фитофагов проводили с использованием тематических атласов-определителей, справочных материалов и специализированных интернет-порталов [3]. Пробные площадки выбирали с учетом наличия зеленых насаждений: пять точек на территории Бобруйского района (Б1 – насаждения возле сельского Дома культуры, аг. Телуша; Б2 – насаждения вдоль ул. Жлобинской, д. Коймино; Б3 – насаждения вдоль ул. Жукова, д. Юрьево; Б4 – насаждения вдоль ул. Центральной, д. Новики; Б5 – парк культуры и отдыха, г. Бобруйск) и две точки на территории Гродненского района (Г1 – насаждения возле биокорпуса, переулок Доватора, 3/1, г. Гродно; Г2 – д. Белое, насаждения возле озера Белое, Гродненский район).

Результаты исследований. За период исследования выявлено 30 видов членистоногих – фитофагов, повреждающих древесно-кустарниковые растения в зеленых насаждениях региона исследования. Зарегистрированные виды принадлежат к шести отрядам из двух классов – Arachnida (Паукообразные) и Insecta: Ectognatha (Насекомые) (рисунок).

По данным рисунка, преобладают представители отряда Hymenoptera (семейства Cinipidae, Megachilidae, Tenthredinidae), насчитывающие 11 видов (36 % от общего числа видов). Немногим меньше представлен отряд Lepidoptera (семейства Coleophoridae, Gracillariidae, Lyonetiidae, Nepticulidae) из 8 видов (27 %). Двукрылые насекомые (Diptera) насчитывают 4 вида (13 %) из семейства Cecidomyiidae (Комары-галлицы). Среди Hemiptera обнаружено 3 вида (10 %), принадлежащих к семейству Aphididae (настоящих тлей). Из отрядов Coleoptera (семейства Chrysomelidae, Curculionidae) и Prostigmata (семейство Eriophyidae) отмечено по 2 вида членистоногих-фитофагов соответственно.

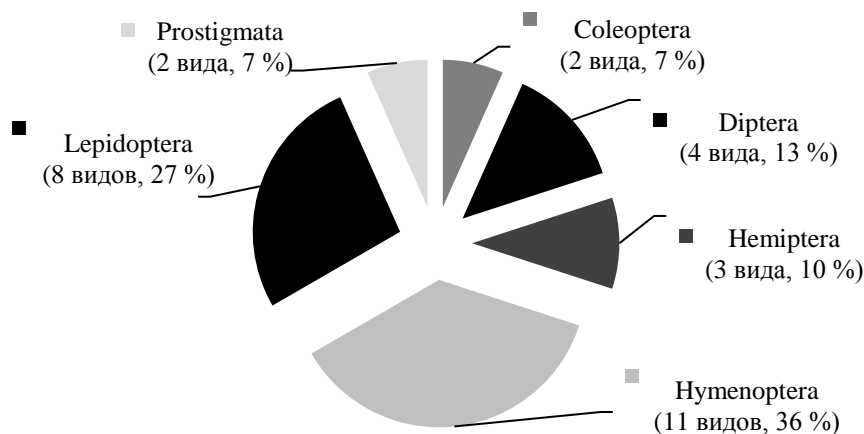


Рисунок – Таксономическая структура членистоногих-фитофагов региона исследования

Проанализировав типы повреждений древесно-кустарниковых растений, мы установили преобладание галлообразователей (одно- или многокамерные галлы на листовых пластинках, черешках) и минеров (пятнообразные, овальные или зигзагообразные мины с верхней или нижней стороны листа), насчитывающих по 11 видов. К другим типам повреждения относятся: эринеумы (*Acalitus rudis* (Canestrini, 1890)), загиб листа (*Macrodiplosis roboris* (Hardy, 1854)), открытоживущие фитофаги (высасывание) (*Caliroa annulipes* (Klug, 1816)), *Caliroa cinxia* (Klug, 1916), *Eucallipterus tiliae* L. (Linnaeus, 1758), дырчатые, овальные погрызы листа (*Chrysomela tremula* Fabricius, 1787, *Phyllobius* sp.).

Наибольшее число (7 видов) фитофагов повреждают *Quercus robur* L. На *Betula pendula* Roth отмечено 4 вида. На каштане конском обыкновенном, ясене обыкновенном, клене остролистном, липе мелколистной, иве, робинии обыкновенной, сирени обыкновенной и тополе обнаружено от одного до трех видов членистоногих-фитофагов. Установлено обитание четырех инвазивных видов фитофагов: *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic, 1986 (в Б1 и Г1), *Obolodiplosis robiniae* (Haldeman, 1847) (в Б1, Б5 и Г1), *Parectopa robiniella* Clemens, 1863 (в Б1, Б5 и Г1), *Pemphigus spyrothecae* Passerini, 1860 (в Г1).

Заключение. По итогам проведенных исследований на территории семи зеленых насаждений Гродненского и Бобруйского районов обнаружено 30 видов членистоногих-фитофагов из 2 классов, 6 отрядов и 12 семейств. Среди типов повреждений древесно-кустарниковых растений преобладают галлообразователи и минеры (по 11 видов). Наибольшим числом фитофагов повреждается дуб черешчатый (*Quercus robur* L.) (7 видов). Отмечено обитание четырех видов-инвайдеров. Учитывая данные по значительному снижению декоративности зеленых насаждений в результате

деятельности членистоногих-фитофагов в разных регионах Беларуси, начатые исследования необходимо продолжить.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Прокопович, Т. В. Вредители-филлофаги в различных типах городских зеленых насаждений / Т. В. Прокопович, Т. В. Каплич, В. М. Каплич // Тр. БГТУ. Сер. 1 : Лесное хоз-во. – 2009. – № 17. – С. 296–300.

2. Рыжая, А. В. Членистоногие-фитофаги, повреждающие зеленые насаждения г. Гродно (Беларусь) / А. В. Рыжая, Е. И. Гляковская // Вестн. Моск. гос. гуманитар. ун-та им. М. А. Шолохова. Сер. Соц.-экол. технологии. – 2016. – № 3. – С. 38–46.

3. Leafminers and plant galls of Europe [Electronic resource] / N. E. Willem. – 2013. – Mode of access: <http://www.bladmineerders.nl>. – Date of access: 17.01.2022.

К содержанию

УДК 628.01

А. А. БОГДАНОВИЧ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. Ф. Ковалевич, старший преподаватель

БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ НИЗКИХ КОНЦЕНТРАЦИЙ СЕРНОКИСЛОГО МАРГАНЦА НА ДИНАМИКУ ОТКЛАДКИ ЯИЦ ЛИНИИ BERLIN *DROSOPHILA MELANOGASTER*

Актуальность. Научно-технический прогресс привел к резкому росту загрязнения окружающей среды в связи с увеличением объемов промышленных отходов, сбрасываемых в биосферу, что усиливает негативное влияние токсикантов на развитие живых организмов, в том числе и человека. Особое место среди загрязняющих веществ занимают тяжелые металлы (ТМ). Первичными аккумуляторами ТМ выступают растения, через которые по трофическим цепям они передаются животным и человеку. Особенностью загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами является то, что они не изымаются и их концентрация постепенно возрастает, вследствие чего увеличивается их негативное воздействие на организмы, что вызывает возникновение нарушений в строении и функционировании органов и систем органов [1].

Марганец является биогенным элементом и одним из десяти металлов жизни, необходимых для нормального протекания процессов в живых организмах. Несмотря на это, избыток марганца может быть опасен для

здоровья. Токсическая доза для человека составляет 40 мг марганца в день [2]. Элемент широко распространен в природе и содержится в земной коре, воде морей, рек и в почве. Источники поступления в почву – производственные предприятия по переработке руд, в составе удобрений, осадке сточных вод, свалках ТБО и др. [3]. Минимальное значение содержания марганца в почве на условно чистой территории Брестского района – 200 мг/кг, а максимальное – 1300 мг/кг. ПДК содержания марганца в почве – 1500 мг/кг [4].

Цель – проанализировать биологическое действие низких концентраций сернокислого марганца на динамику откладки яиц линии Berlin *Drosophila melanogaster*.

Материалы и методы. Для постановки эксперимента по выявлению влияния сернокислого марганца на *Drosophila melanogaster* использовались мухи линии Berlin из коллекции кафедры зоологии БрГУ имени А. С. Пушкина. Для изучения влияния сернокислого марганца были использованы агаровые среды четырех типов: агаровая питательная среда без добавления сернокислого марганца, с добавлением в концентрации 10^{-6} , 10^{-5} и 10^{-4} г/л. Действующее вещество добавлялось в питательную среду, в которой происходил полный цикл развития мух первого поколения, после чего F1 попарно высаживались в баночки с чистой средой. В течение трех дней проводили подсчет отложенных яиц и определение ранних и поздних лета-лей. Для каждого варианта воздействия было пять повторностей.

Результаты исследований. Общее количество яиц, отложенных за первые сутки в F1, снижается с увеличением концентрации сернокислого марганца. Статистически значимое снижение наблюдается при воздействии действующего вещества в концентрации 10^{-4} г/л по сравнению с контролем. Таким образом, установлено, что сернокислый марганец в концентрации 10^{-4} г/л приводит к задержке откладки яиц, что подтверждается графиком динамики развития отложенных яиц (рисунок 1).

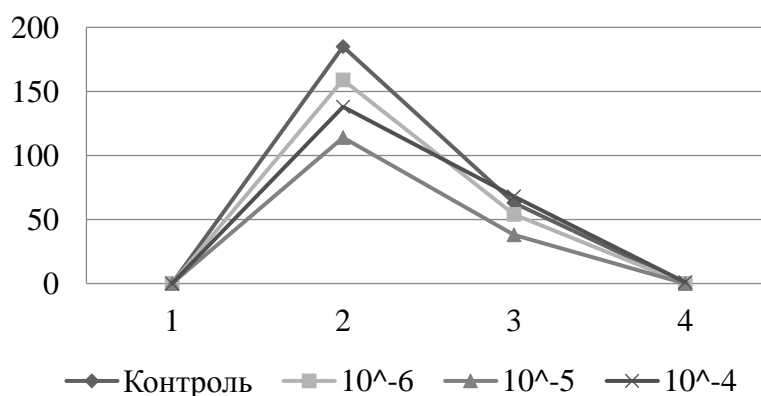


Рисунок 1 – Динамика развития отложенных яиц особями линии Berlin *D. melanogaster* в поколении F1

В первые сутки количество отложенных яиц в контроле составило 185 штук, немногим больше, чем в варианте воздействия марганца сернокислого в концентрации 10^{-6} г/л (159 штук), статистически достоверных отличий между этими вариантами воздействия не установлено. Установлено, что увеличение концентрации сернокислого марганца приводит к задержке откладки яиц мухами линии Berlin *D. melanogaster*.

В F2 статистически значимое снижение наблюдается при воздействии действующего вещества в концентрациях 10^{-6} и 10^{-5} г/л по сравнению с концентрацией 10^{-4} г/л. Таким образом, установлено, что сернокислый марганец в концентрациях 10^{-6} и 10^{-5} г/л приводит к задержке откладки яиц, что подтверждается графиком динамики развития отложенных яиц (рисунок 2).

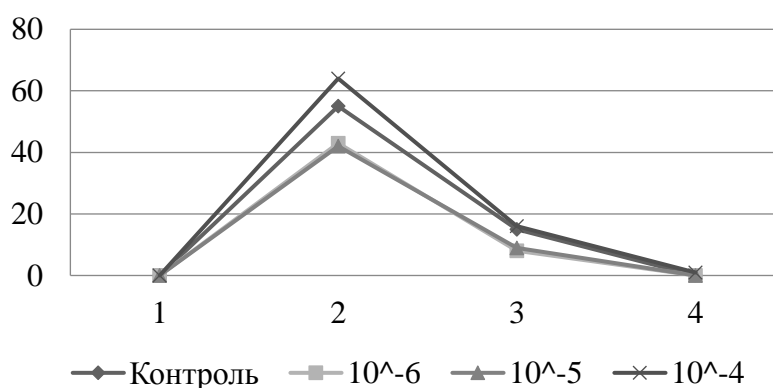


Рисунок 2 – Динамика развития отложенных яиц особями линии Berlin *D. melanogaster* в поколении F2

В первые сутки количество отложенных яиц в опыте с действующим веществом в концентрации 10^{-4} г/л составило 64 штуки, немногим больше, чем в варианте воздействия марганца сернокислого в концентрации 10^{-6} г/л (55 штук), статистически достоверных отличий между этими вариантами воздействия не установлено.

Заключение. Таким образом, установлено, что действие сернокислого марганца в концентрациях 10^{-6} и 10^{-5} г/л приводит к задержке откладки яиц мухами линии Berlin *D. melanogaster*.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Магулаева, А. А. Влияние мышьяка, кадмия, ртути и свинца в различных сочетаниях и дозировках на развитие *Drosophila melanogaster* Mg : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.03.05 / А. А. Магулаева ; Ставроп. гос. ун-т. – Ставрополь, 2012. – 21 с.
2. Глинка, Н. Л. Общая химия / Н. Л. Глинка ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Бабкова. – М. : Юрайт, 2011. – 886 с.

3. Петухова, Н. Н. Кларкам микроэлементов в почвенном покрове Беларуси / Н. Н. Петухова, В. А. Кузнецов // Докл. АН Беларуси. – 1992. – Т. 26, № 5. – С. 461–465.

4. Перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно допустимых концентраций (ОДК) химических веществ в почве : ГН 2.1.7.12-1-2004 : утв. постановлением Гл. гос. санитар. врача Респ. Беларусь, 25 февр. 2004 г., № 28. – Минск, 2004. – 30 с.

К содержанию

УДК 581.44+581.84

М. Н. БОНЬКО

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. В. Шкуратова, канд. биол. наук, доцент

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОРФОАТОМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПОБЕГОВ ДВУХ ВИДОВ *P. CARAGANA* LAM.

Род *Caragana* Lam. – род листопадных кустарников, относящийся к подтрибе *Astragalinae* трибы *Galegeae* подсемейства *Faboideae* семейства *Fabaceae* [1]. Виды *Caragana arborescens* Lam. и *Caragana frutex* L. в Беларуси культивируются в садах, парках, около домов, в лесополосах [2].

Цель исследования – выявить отличительные признаки морфологии и анатомии побегов *Caragana arborescens* Lam. и *Caragana frutex* L.

Материал для исследования собран в отделе агробиологии Центра экологии БрГУ имени А. С. Пушкина. Для изучения анатомической структуры использовали стебли однолетних побегов как обладающие наибольшим набором диагностических признаков [3]. Микропрепараты изготавливались по общепринятой в анатомии растений методике [4].

Оба вида являются листопадными кустарниками, однако габитус *Caragana frutex* L. несколько меньше (высота кустарников не превышает 2 м), тогда как *Caragana arborescens* Lam. иногда образует небольшое дерево. Кора стволиков гладкая, лоснящаяся, зеленовато-серая. Однолетние побеги тонкие, мягкие, прижато-волосистые, зеленоватые или буроватые. У *Caragana frutex* L. кора стволиков серовато-зеленоватая, а однолетние побеги бурые голые. Побеги *Caragana frutex* L. более ветвистые и густо-олиственные.

Прилистники обоих видов обычно ранопадающие, у *Caragana frutex* L. чаще неколючие. Черешки *Caragana arborescens* Lam. преимуще-

ственно опушенные, тонкие, желобчатые, оканчивающиеся небольшой щетинкой, у *Caragana frutex* L. – тонкие, голые, реже в молодости в нижней части с редкими волосками. Листья с 4–7 парами листочков, а у *Caragana frutex* L. – четыре сближенных листочка, напоминающие пальчатые [5].

В отношении анатомического строения однолетние стебли *Caragana arborescens* Lam. и *Caragana frutex* L. включают кору, кольцо камбия, ксилему и паренхиму сердцевины.

Кора однолетнего стебля двух видов включает перидерму, паренхиму первичной коры, кольцо первичных механических элементов, флоэму. В коре обоих видов эпидерма к концу первого сезона развития стебля полностью отмирает и шелушится.

Перидерма караган закладывается в паренхиме первичной коры. Ткань содержит многослойную феллему, однослойный феллоген, 2–3-слойную феллодерму. Феллема гомогенная и насчитывает в радиальном ряду до 10–15 слоев клеток. Клетки феллемы *Caragana arborescens* Lam. толстостенные, без содержимого, прямоугольные в поперечном сечении, вытянуты по окружности стебля (радиальный размер – 10–15 мкм, тангентальный размер – 25–30 мкм). У *Caragana frutex* L. схожие по форме, но тонкостенные (радиальный размер – 10–15 мкм, тангентальный размер – 15–20 мкм). Ширина перидермы обоих видов варьирует в пределах 100–120 мкм.

Паренхима первичной коры сложена тонкостенными, овально-многоугольными или округлыми на поперечном срезе клетками (радиальный размер – 15–20 мкм, тангентальный размер – 25–30 мкм). У *Caragana arborescens* Lam. часть клеток имеет бурое содержимое, т. е. клетки являются танидоносными. В паренхиме первичной коры *Caragana frutex* L. присутствуют призматические и ромбоидные монокристаллы оксалата кальция. Ширина паренхимы первичной коры у *Caragana frutex* L. вдвое превышает таковую у *Caragana arborescens* Lam. (до 400–500 мкм).

Кольца первичных механических элементов исследованных видов гомогенные, прерывистые. Группы волокон *Caragana arborescens* Lam. насчитывают по 12–15 элементов. Группы овальные, ориентированы по окружности стебля, располагаются в шахматном порядке, поэтому образуют несколько колец, разделенных паренхимой. У *Caragana frutex* L. кольцо первичных механических элементов однорядное, форма групп волокон округлая, в группах расположено по 7–10 волокон. Группы волокон обоих видов имеют прерывистую кристаллоносную обкладку из монокристаллов ромбоидной формы.

Вторичная флоэма исследованных видов состоит из ситовидных элементов, аксиальной и горизонтальной паренхимы и флоэмных волокон. Ситовидные элементы на поперечном срезе расположены радиальными

рядами. В поперечном сечении ситовидные трубки более или менее прямоугольные. Аксиальная паренхима преобладает. У *Caragana arborescens* Lam. горизонтальная паренхима представлена 1–2-рядными гетерогенными лучами. Во флоэме *Caragana frutex* L. лучи гомогенные, но иногда встречаются гетерогенные, состоящие из лежащих и одного ряда квадратных краевых клеток. Группы флоэмных волокон сопровождаются кристаллоносной обкладкой.

На границе вторичной флоэмы и вторичной ксилемы расположен камбий, состоящий из одного слоя клеток веретеновидной формы. Ксилема представлена сосудами и трахеидами, волокнами либриформа, сердцевинными лучами и аксиальной паренхимой. Паренхима паратрахеальная. Вторичная ксилема является кольцесосудистой. Волокна либриформа образованы толстостенными клетками в поперечнике овальной формы.

Сердцевина гомогенная, сложенная из тонкостенных округлых паренхимных клеток, диаметр которых достигает 25–40 мкм. Выражена перимедулярная зона. У *Caragana frutex* L. в центре стебля клетки сердцевины могут разрушаться и образовывать полость.

Таким образом, несмотря на значительное сходство *Caragana arborescens* Lam. и *Caragana frutex* L., сравнительный анализ позволяет выделить наиболее показательные качественные признаки в составе побегов:

– морфологические – габитус растения, окраска коры стволиков, наличие опушения однолетних побегов и черешков сложных листьев, количество листочков сложного листа;

– анатомические – наличие утолщения стенок клеток феллемы, тип включений в клетках паренхимы первичной коры, особенности распределения групп первичных механических волокон в коровой паренхиме, сочетание типов лучей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яковлев, Г. П. Бобовые земного шара / Г. П. Яковлев. – Л. : Наука, 1991. – 144 с.
2. Федорук, А. Т. Древесные растения садов и парков Белоруссии / А. Т. Федорук. – Минск : Наука и техника, 1980. – 208 с.
3. Анатомия коры деревьев и кустарников : монография / В. М. Еремин [и др.]. – Брест : Изд-во Брест. ун-та, 2001. – 187 с.
4. Прозина, М. Н. Ботаническая микротехника / М. Н. Прозина. – М. : Высш. шк., 1960. – 206 с.
5. Богданов, П. Л. Дендрология / П. Л. Богданов. – М. : Лесная пром-сть, 1974. – 240 с.

К содержанию

УДК 631.47(476.6)

С. Д. БОРТНИКОВ, Н. С. БУХТА

Гродно, ГГАУ

Научный руководитель – В. Н. Алексеев, канд. с.-х. наук, доцент

ВИДЫ ЗЕМЕЛЬ НОВОГРУДСКОГО РАЙОНА ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТИ И ИХ ДИНАМИКА

Актуальность. Земельные ресурсы и почвы, как их главный компонент, являются основным природным богатством любой страны, в том числе и Беларуси. Земля – основное средство производства, на ней отражается как позитивное, так и негативное воздействие человека. В связи с этим сохранение почвы, мониторинг ее состояния, рациональное использование различных видов земель обеспечивают экологическую безопасность страны.

Цель исследования – изучить и проанализировать современное состояние земельного фонда Новогрудского района Гродненской области с позиции структурирования на виды земель, типы почв, выявить их динамику за семилетний период.

Материалы и методы. Анализ динамики ряда показателей земельного фонда проводился на основе изучения государственных статистических сборников, учебных пособий, научных статей.

Результаты исследования. Виды земель (угодья) отражают экономическую сущность землепользования. По их соотношению можно судить о характере пользования землей как средством производства и в определенной мере о направлении специализации хозяйств.

Под видом земель понимается территория (часть землепользования), систематически используемая для конкретных хозяйственных целей и обладающая определенными естественно-историческими свойствами. Вид земель – часть земельного фонда, выделяемая по природно-историческим признакам, состоянию и характеру использования. В настоящее время в Беларуси официально выделяют 14 видов земель: 1) пахотные; 2) залежные; 3) под постоянными культурами; 4) луговые; 5) лесные; 6) под древесно-кустарниковой растительностью; 7) под болотами; 8) под водными объектами; 9) под дорогами и иными транспортными путями; 10) под улицами и иными местами общего пользования; 11) под застройкой; 12) нарушенные; 13) неиспользуемые; 14) иные земли. Виды земель могут подразделяться на подвиды и разновидности.

Наиболее дифференцированы формы использования земли там, где она выступает как главное средство производства, является не только

предметом, но и орудием труда, в первую очередь в сельскохозяйственном производстве. Здесь земли могут использоваться и как в других отраслях, и в то же время специфично.

Новогрудский район Гродненской области занимает общую площадь 167 626 га, или 6,6 % площади области. На пахотных землях производится основная сельскохозяйственная продукция. На ее обработку приходится значительная доля затрат в сельском хозяйстве. Количество пахотных земель в Новогрудском районе согласно реестру земель на 01.01.2021 составляет 80 912 га, в области 841 675 га, т. е. доля пашни района от пашни области – 5,5 %. Это небольшой показатель в разрезе области. Максимальное количество пахотных земель в Гродненском районе – 80 665 га.

Самостоятельный важный вид сельскохозяйственных земель – это участки земли, занятые постоянными культурами (сады, виноградники и т. п.). На них получают сравнительно большой объем ценной продукции, поэтому наличие данных видов земель свидетельствует об интенсивном использовании земли. Под постоянными культурами находится лишь 643 га (в Гродненском районе в семь раз больше [1, с. 160]).

Новогрудский район отличается довольно большим количеством земель под древесно-кустарниковой растительностью – 6919 га (10 % от областных).

Важное хозяйственное значение имеют сенокосы и пастбища, официально именуемые луговыми землями (угодьями). Они используются для обеспечения животноводства кормами. В процессе интенсификации производства большая часть луговых земель в Беларуси подверглась коренному улучшению. В Новогрудском районе широко распространены луговые земли – 23 547 га, а это 33,5 % от площади сельскохозяйственных земель, в том числе на улучшенные луга из них приходится 16 575 га. Эти показатели выше среднеобластных на 2,5 тыс. га. Залежных земель как в Новогрудском, так и в других районах области, по данным статистики, – нет. Всего же сельскохозяйственных земель в районе 70 381 га, в области – 1 213 619 га.

Леса занимают 43,0 % территории (72 121 га), что на 30 % больше среднеобластного показателя. Такая структура видов земель тесно связана с условиями почвообразования, в том числе рельефом и генезисом почвообразующих пород. Земли под болотами составляют относительно небольшую площадь – 3858 га (ср.: в Свислочском районе – в два раза больше, а в области – 62 073 га). Земли под водными объектами Новогрудского района составляют 2029 га, земли общего пользования – 549 га, земли под застройкой – 3177 га. Нарушенных земель в районе 6 га, хотя в области их 609 га. Относительно много по сравнению с другими районами неиспользованных земель – 5109 га. Количество иных земель – 563 га.

В процессе развития хозяйства происходят определенные изменения в составе и соотношении видов земель. Идет увеличение площадей используемых земель (обычно под новое строительство), происходит трансформация менее ценных в более ценные виды земель, меняется качество земель, идет передача части земель в ведение природоохранных организаций. Иными словами, соотношение видов земель – понятие динамичное даже в пределах одного земельного участка, и именно ведение кадастра позволяет проводить мониторинг этих изменений.

Сравнивая площади различных видов земель в 2013-м и в 2020 гг., следует отметить, что за последние 8 лет пашня увеличилась на 671 га, количество луговых земель сократилось на 6941 га, количество болот с 4029 га сократилось до 3858 га. Уменьшилось на 172 га, или на 23 %, количество земель под постоянными культурами. Значительно, на 5138 га, увеличилось количество земель под древесно-кустарниковой растительностью, земель под застройкой стало на 329 га больше. Количество неиспользованных земель увеличилось с 4139 до 5109 га. Земли общего пользования уменьшились в 1,7 раза. Лесные угодья увеличились на 1503 га (с 70 618 до 72 121 га). Значительной трансформации подверглись в целом сельскохозяйственные угодья, их количество сократилось на 6495 га и составляет сейчас 70 381 га.

Дерново-карбонатные почвы в Новогрудском районе встречаются втрое чаще, чем в целом по Гродненской области [2, с. 4; 3, с. 5], – 0,3 %. Бурые лесные находятся в основном под лесом, под пашней их гораздо меньше, и их доля составляет 0,37 %, больше их только в Слонимском районе – 0,46 %.

Дерново-подзолистые и дерново-подзолистые заболоченные почвы, зональные для территории Беларуси, имеют наиболее широкое распространение – 74,4 %, на долю каждого типа приходится 38,3 % и 36,1 % соответственно, т. е. их соотношение практически один к одному. Количество дерновых заболоченных почв, имеющих высокое потенциальное плодородие, среднее среди районов области – 9,6 %, по области – 9,4 %. Аллювиальные дерновые и дерново-заболоченные почвы занимают довольно большую территорию благодаря наличию Немана и его притоков – 5,2 %, что почти в два раза больше среднеобластного показателя. Довольно высокую долю в Новогрудском районе занимают торфяно-болотные низинные и пойменные торфяные почвы – 8,0 %, таких почв больше лишь в Лидском районе – 10,8 %.

Гранулометрический состав оказывает большое влияние на почвообразование и сельскохозяйственное использование почв. Оптимальными для Беларуси являются легко- и среднесуглинистые почвы. В Новогрудском районе на долю глинистых и суглинистых почв приходится 10,75 %,

что в три раза больше областного показателя. Таких почв больше лишь в Ошмянском районе – 18,37 %. Супесчаные почвы доминируют – 77,87 %, а на долю песчаных почв приходится лишь 10,92 %.

Заключение. Изучение земельного фонда и его мониторинг служит основой рационального его использования и решения ряда экологических проблем. В целом специфическими особенностями Новогрудского района является резкое уменьшение сельскохозяйственных земель на фоне возрастания площади пашни и сокращения луговых земель. Значительно увеличилось количество земель под древесно-кустарниковой растительностью, под застройкой. Произошло значительное увеличение лесных земель. На сельскохозяйственных землях следует отметить высокую долю суглинистых и осушенных торфяно-болотных почв.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев, В. Н. Виды земель Гродненского района Гродненской области Беларуси / В. Н. Алексеев, П. В. Бородин, Н. В. Клебанович // Современные технологии сельскохозяйственного производства : сб. науч. ст. по материалам XXIII Междунар. науч.-практ. конф. – Гродно : ГГАУ, 2019. – С. 159–161.

2. Алексеев, В. Н. Земельные ресурсы Щучинского района Гродненской области / В. Н. Алексеев, П. В. Бородин, Н. В. Клебанович // Современные технологии сельскохозяйственного производства : сб. науч. ст. по материалам XXIII Междунар. науч.-практ. конф. – Гродно : ГГАУ, 2020. – С. 3–5.

3. Клебанович, Н. В. Земельные ресурсы Беларуси. Практикум по дисциплине «Почвоведение и земельные ресурсы» / Н. В. Клебанович, В. А. Пульмановская. – Минск, 2010. – 38 с.

К содержанию

УДК 581.524.2

М. М. ВАБИЩЕВИЧ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. В. Шкуратова, канд. биол. наук, доцент

ОСОБЕННОСТИ *AMBROSIA ARTEMISIIFOLIA* L. КАК ПРЕДСТАВИТЕЛЯ АДВЕНТИВНОЙ ФЛОРЫ

Актуальность. Усиление антропогенного влияния на природные сообщества, глобальное изменение климата обострили процесс антропогенной эволюции растительных сообществ, что выразилось в резком увеличе-

нии числа неотропических видов во многих природных флорах. Отсутствие естественных сдерживающих барьеров, низкая конкуренция апофитов, неприхотливость видов-вселенцев способствуют их быстрой акклиматизации и натурализации.

Цель – оценить особенности *Ambrosia artemisiifolia* L. как представителя адвентивной флоры в Беларуси.

Материалы и методы. Для анализа использовали библиографические данные и принципы классификации видов адвентивной флоры.

Результаты исследований. *Ambrosia artemisiifolia* L. – представитель семейства *Asteraceae* Dumort. Является ветроопыляемым однолетним однодомным растением с раздельнополыми цветками, собранными в соответствующие мужские и женские корзинки. Морфологически по вегетативным признакам вид близок к роду *Artemisia*: стебель прямостоячий, опушен прижатыми щетинистыми волосками, мощная стержневая корневая система, дважды перисторассеченные листья с нижней сероватой опушенной поверхностью. Растение обладает высокими регенеративными возможностями, способностью к неотении и высокой производительностью при семенном размножении (образует от 30 тыс. до 80–100 тыс. семян). Семена сохраняют всхожесть в почве до пяти и более лет [1]. Эти особенности в совокупности с нетребовательностью к почвенному питанию, засухоустойчивостью способствуют высокой жизнеспособности растения.

Для территории Беларуси *Ambrosia artemisiifolia* L. является эунофитом, поскольку впервые была отмечена в 1973 г. в Мозырском районе, после чего регулярно регистрировалась на железнодорожных и шоссейных насыпях, пустошах, свалках, клумбах.

Первичным ареалом вида считают юго-западные аридные районы Северной Америки, из которых началось расширение ареала *Ambrosia artemisiifolia* L. антропогенным путем в разные регионы мира [2]. Непосредственно в Беларусь растение попало из более южных регионов Европы, где считается крайне опасным и массовым видом в нарушенных местообитаниях. На территории России вид также входит в список инвазивных растений [3].

В 2018–2019 гг. наблюдался взрывной рост миграции растения. В кадастре растительного мира Республики Беларусь зарегистрирована 31 популяция общей площадью 7,6 га. Чаще всего *Ambrosia artemisiifolia* L. встречается в Брестской и Минской областях Беларуси [4]. Так, на 2020 г. в Брестской области зарегистрировано четыре очага, в том числе в Барановичском (0,03 га), Брестском (0,04 га), Лунинецком (0,03 га) и Пинском (0,06 га) районах [5].

Ambrosia artemisiifolia L. является типичным ксенофитом, поскольку основным путем распространения вида является ее занос с семенным

материалом сельскохозяйственных культур [6]. В результате карантинного фитосанитарного контроля импортных подкарантинных грузов, следующих в Республику Беларусь, Главной государственной инспекцией по семеноводству, карантину и защите растений семена *Ambrosia artemisiifolia* L. обнаруживались в соевых бобах, шроте подсолнечника и т. п. [7].

В природно-антропогенных ландшафтах Беларуси преобладающими типами местообитаний популяций *Ambrosia artemisiifolia* L. как типичного эпекофита выступают обочины автомобильных дорог и пустыри на урбанизированных территориях, а также дериватные сообщества с участием вида. Сообщества *Ambrosia artemisiifolia* L. характеризуются высокой синантропизацией, преобладанием терофитов в спектре жизненных форм [8].

Действие *Ambrosia artemisiifolia* L. в районах массового ее распространения исключительно велико: растение расходует большое количество воды на образование единицы сухого вещества, что приводит к иссушению почвы; снижает плодородие почвы, унося из нее большое количество элементов минерального питания; обладает аллелопатическим эффектом в отношении ряда видов культурных и сорных растений [9].

Заключение. Таким образом, *Ambrosia artemisiifolia* L. как представитель адвентивной флоры является эунеофитом, ксенофитом, эпекофитом. Вид рассматривают как агрессивный, высококонкурентный карантинный сорняк из группы особо агрессивных инвазионных растений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Черная книга флоры Беларуси: чужеродные вредоносные растения / Д. В. Дубовик [и др.] ; редкол.: В. И. Парфенов, А. В. Пугачевский. – Минск : Беларус. навука, 2020. – 407 с.
2. Есипенко, Л. П. Биологическое обоснование приемов и средств снижения вредоносности и ограничения распространения амброзии полыннолистной *Ambrosia artemisiifolia* L. (*Ambrosieae*, *Asteraceae*) : автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 06.01.07 / Л. П. Есипенко ; ФГБНУ ВИЗР. – СПб., 2018. – 42 с.
3. Виноградова, Ю. К. Черная книга флоры Средней России (Чужеродные виды растений в экосистемах Средней России) / Ю. К. Виноградова, С. Р. Майоров, Л. В. Хорун. – М. : ГЕОС, 2009. – 494 с.
4. Государственный кадастр растительного мира Республики Беларусь. Основы кадастра. Первичное обследование 2002–2017 гг. / О. М. Масловский [и др.] ; науч. ред. А. В. Пугачевский. – Минск : Беларус. навука, 2019. – 599 с.
5. Государственный кадастр растительного мира Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://plantcadastre.by/invaz/-invaz.php>. – Дата доступа: 09.03.2022.

6. Борзых, А. И. Факторы, влияющие на распространение карантинных сорняков в Украине / А. И. Борзых // Защита и карантин растений. – 2014. – № 11. – С. 38–40.

7. Государственное учреждение «Главная государственная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.ggiskzr.by/news/1300.html?sphrase_id=8038. – Дата доступа: 9.03.2022.

8. Гусев, А. П. Особенности сообществ с участием *Ambrosia artemisiifolia* в ландшафтах юго-востока Беларуси / А. П. Гусев, Н. С. Шпилевская // Экосистемы. – 2018. – № 15 (45). – С. 34–40.

9. Марьюшкина, В. Я. Амброзия полыннолистная и основы биологической борьбы с ней / В. Я. Марьюшкина. – Киев : Наук. думка, 1986. – 120 с.

К содержанию

УДК 581.821

В. Ю. ВЬЮН

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – С. Э. Кароза, канд. биол. наук, доцент

ВЛИЯНИЕ ЭПИКАСТАСТЕРОНА И ЕГО КОНЬЮГАТОВ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ГРЕЧИХИ ПОСЕВНОЙ (*FAGOPYRUM ESCULENTUM* MOENCH.) СОРТА АЛЕКСАНДРИНА В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Актуальность. Гречиха посевная относится к ценным крупяным культурам, т. к. в ее крупе содержатся все вещества, способные поддерживать нормальную жизнедеятельность человека [1]. Белковый состав ее семян очень разнообразен, характеризуется биологической полноценностью, высокой усвояемостью и питательной ценностью. Однако в Республике Беларусь ее производство, несмотря на наличие таких ценных качеств, пока еще не слишком развито, т. к. эта культура является влаго- и теплолюбивой, и результаты возделывания даже при соблюдении агротехники не гарантируют высокую урожайность и рентабельность. Только в последние годы в связи с наблюдающимся дефицитом гречневой крупы хозяйства стали ее выращивать более активно, и особенно актуальным стал вопрос о повышении устойчивости гречихи к неблагоприятным факторам среды, в том числе и климатическим условиям. Перспективным в данном отношении методом является использование биологически активных веществ, способных стимулировать рост и развитие растений в очень малых дозах и параллельно повышать их иммунитет к стрессовым факторам. Одними

из таких веществ являются brassinостероиды [2]. Их биологическая активность была исследована в широком диапазоне концентраций, в том числе в БрГУ имени А. С. Пушкина, на различных культурах [3]. Для гречихи были выявлены наиболее перспективные препараты и их дозы [4]. Сейчас с целью изменения химических и биологических свойств в ИБОХ НАН Беларуси синтезированы конъюгаты brassinостероидов с кислотами, и появилась необходимость анализа их влияния на показатели всхожести, роста и развития гречихи посевной для подбора оптимальных доз препаратов для оценки возможности их применения в сельском хозяйстве. Поэтому исследование действия конъюгатов brassinостероидов на гречихе очень актуально как с теоретической, так и с практической точек зрения.

Цель – оценить влияние эпикастастерона и его конъюгатов на начальные этапы роста и развития гречихи посевной сорта Александрина в экспериментальных условиях путем анализа морфометрических характеристик.

Материалы и методы. Для лабораторного эксперимента использовали тетраплоидный индетерминантный сорт Александрина (регистрационный № 2003061), включенный в Государственный реестр сортов Беларуси в 2006 г., заявитель – РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» [5]. Сорт среднеспелый, отличается крупностью и выполненностью зерна и по всем характеристикам подходит для цели нашего исследования. Обработку семян производили путем их замачивания в растворах трех предоставленных сотрудниками лаборатории стероидов ИБОХ НАН Беларуси препаратов (24-эпикастастерон (ЭК), 22-моносалицилат 24-эпикастастерона (S23) и тетраиндолилацетат 24-эпикастастерона (S31)) в широком диапазоне концентраций: 10^{-7} , 10^{-11} , 10^{-8} , 10^{-9} , 10^{-10} и 10^{-11} М. Статистическую обработку всех данных проводили с использованием программы Excel по П. Ф. Рокицкому [6].

Результаты и обсуждение. Анализ исследования рострегулирующей активности не позволил выявить строго однозначной зависимости, одинаковой для всех трех препаратов (таблица).

Наиболее показательными характеристиками были высота проростков и длина корешков. Раствор эпикастастерона в самой высокой концентрации снижал оба эти показателя, но достоверно только первый. Во всех остальных вариантах наблюдалось стимулирование ростовых процессов, проявившееся слабее по отношению к корням и максимальное при использовании растворов в концентрациях 10^{-10} и 10^{-9} М. Действие конъюгата с салициловой кислотой несколько отличалось: он сильнее действовал на корни, чем на побеги, но стимулирующее действие наблюдалось в первом случае в двух вариантах, а во втором – только в одном. Конъюгат с индолилуксусной кислотой действовал подобно самому эпикастастерону, но ингибирующее влияние было выражено слабее, а стимулирующее –

сильнее, и его максимум наблюдался в варианте с концентрацией 10^{-10} М. Действие эпикастастерона и его конъюгатов на массу проростков и корней было схожим, но наблюдались отклонения по концентрациям максимума положительного влияния.

Таблица – Влияние эпикастастерона и его конъюгатов с кислотами на высоту проростка и длину корешков гречихи посевной сорта Александрина

Концентрация, М	Высота проростка		Длина корешка	
	мм	% к контролю	мм	% к контролю
24-эпикастастерон (ЭЖ)				
Контроль	96,7 ± 3,29	100,0	55,0 ± 1,67	100,0
10^{-11}	113,1 ± 3,55*	117,0	56,9 ± 1,92	102,5
10^{-10}	115,9 ± 2,59**	119,9	61,9 ± 1,92**	111,5
10^{-9}	122,1 ± 4,42*	126,3	59,8 ± 1,60*	107,7
10^{-8}	114,5 ± 4,23*	118,4	58,0 ± 1,71	104,5
10^{-7}	78,6 ± 2,07***	81,3	54,7 ± 1,47	98,6
2-моносалицилат 24-эпикастастерона (S23)				
Контроль	98,4 ± 3,14	100,0	60,4 ± 1,45	100,0
10^{-11}	99,9 ± 2,53	101,5	59,3 ± 1,44	98,2
10^{-10}	103,1 ± 1,58*	104,8	61,1 ± 1,29	101,2
10^{-9}	115,4 ± 3,08**	117,3	74,8 ± 1,92***	123,8
10^{-8}	96,4 ± 2,77	98,0	69,7 ± 1,23**	115,4
10^{-7}	86,2 ± 2,71**	87,6	50,2 ± 1,37**	83,1
Тетраиндолилацетат 24-эпикастастерона (S31)				
Контроль	90,2 ± 2,92	100,0	57,3 ± 1,12	100,0
10^{-11}	89,3 ± 2,38	99,0	58,1 ± 1,02	101,4
10^{-10}	118,1 ± 3,15***	130,9	63,7 ± 1,43**	111,2
10^{-9}	109,6 ± 3,78**	121,5	60,5 ± 1,29*	105,6
10^{-8}	113,3 ± 2,86***	125,6	58,1 ± 1,57	101,4
10^{-7}	85,3 ± 3,73	94,6	56,3 ± 1,99	98,3
Примечание – * – достоверно при $P \leq 0,05$; ** – при $P \leq 0,01$; *** – при $P \leq 0,001$.				

Заключение. Почти по всем анализируемым показателям максимальные стимулирующие свойства проявил эпикастастерон и его конъюгат с индолилуксусной кислотой. Растворы в максимальной концентрации (10^{-7} М) оказывали ингибирующее влияние, а в минимальной – слабый эффект. Таким образом, на следующем этапе исследований можно использовать только три концентрации всех трех препаратов – 10^{-10} , 10^{-9} и 10^{-8} М.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нехаев, А. А. Высокие урожаи гречихи – каждый год / А. А. Нехаев, А. Н. Анохин. – Минск : Ураджай, 1988. – 39 с.

2. Хрипач, В. А. Брассиностероиды / В. А. Хрипач, Ф. А. Лахвич, В. Н. Жабинский. – Минск : Наука и техника, 1993. – 287 с.

3. Биологическая активность брассиностероидов и стероидных гликозидов / С. Э. Кароза [и др.] ; под общ. ред. С. Э. Карозы ; Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина. – Брест : БрГУ, 2020. – 260 с.

4. Кароза, С. Э. Влияние брассиностероидов на морфометрические показатели гречихи посевной (*Fagopyrum esculentum* Moench.) в лабораторных и полевых условиях (Брестская область) / С. Э. Кароза // Весн. Брэсц. ун-та. Сер. 5, Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі. – 2018. – № 2. – С. 38–44.

5. Государственный реестр сортов Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sorttest.by/gosudarstvennyu-reyestr-sortov-2017-1.html>. – Дата доступа: 12.03.2022.

6. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Минск : Ураджай, 1973. – 320 с.

К содержанию

УДК 581+58.01+58.07+581.9

В. Н. ГЕЛЕНКО

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Ю. В. Бондарь, старший преподаватель

ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОЕМОВ РАЗЛИЧНОГО ТИПА В ОКРЕСТНОСТЯХ Г. БРЕСТА

Актуальность. Водоемы Брестской области подвержены различным антропогенным воздействиям. Их экологическое состояние зависит от вида и степени загрязнения, а также от их места положения. Одним из важных элементов городской среды являются водные объекты. Они обладают высокой рекреационной нагрузкой [1; 2]. В связи с этим возникает необходимость в определении их экологического статуса, прогнозировании и выявлении мероприятий по их реабилитации. Учитывая то, что антропогенное влияние на урбанизированный водный объект многофакторно, нет единого подхода при определении экологического состояния водоемов.

Цель работы – исследование эколого-географического состояния водоемов окрестностей г. Бреста.

Материалы и методы. Объектом исследования являются типичные водоемы Брестской области и г. Бреста. В результате было отобрано два водоема для сравнительной характеристики их эколого-географического

состояния. Все они характеризуются разными водосборами, природно-антропогенным воздействием, питанием грунтовых вод.

При планировании точек отбора водоемы были разделены на две группы в зависимости от расположения и антропогенного воздействия: 1) карьер Косичи, характеризующийся относительно низкой плотностью населения, находится в пределах г. Бреста и с выраженным антропогенным воздействием в виде базы отдыха ProWeeKend; 2) о. Зеркалка (характеризуется высокой плотностью населения, находится в г. Бресте в д. Вычулки, в частном секторе, имеется выраженное антропогенное воздействие, множество строений, в том числе Брестская областная клиническая больница).

Эколого-географическая характеристика проводится методом ГИС-картирования и полевыми исследованиями. Проводится исследование водосбора водоема и его основных морфометрических характеристик: максимальная длина (L), максимальная ширина (B), площадь водного зеркала (A), длина береговой линии (L_1). На основе этих данных рассчитывались показатель удлиненности береговой линии L^* и степень развития береговой линии S [3]. С точки зрения экологической составляющей проводится мониторинг нагрузки на водоем населения, жилых домов, производств, рядом проходящих дорог, после чего можно сделать вывод о силе антропогенного воздействия на данные водоемы.

Результаты исследований. В результате проведенных исследований выделены водоемы, которые были распределены по степени развития береговой линии (минимальное значение $S = 1,0$ характеризует абсолютно круглое озеро). В нашем случае озеро Зеркалка $S = 1,07$ – озеро с небольшой изрезанностью береговой линии (слабоизрезанные, S не более 1,5 – это округлые водоемы с плавной береговой линией, характеризующиеся преобладанием остаточных техногенно-нарушенных котловин) (таблица).

Таблица – Морфометрическая характеристика водоемов

Водоем	Происхождение	Площадь A , км ²	мах длина L , км	мах ширина B , км	Длина береговой линии L_1 , км	Степень развития береговой линии L^*	Коэффициент удлиненности, S
Озеро Зеркалка	Природно- антропогенное	0,046	0,286	0,201	0,812	1,42	1,07
Карьер Косичи	Природно- антропогенное	0,111	0,531	0,24	1,42	1,22	2,21

Карьер Косичи $S = 2,21$ – это указывает на сильноизрезанную степень береговой линии, т. к. коэффициент более 2,0. Благодаря этому

можно сделать вывод о сильном антропогенном воздействии на береговую линию в связи с наличием базы отдыха.

С точки зрения экологического влияния на озеро Зеркалка можно выделить источники загрязнения: бытовые отходы, грунтовый сток частного сектора (рядом дорога и частный сектор, который окружает озеро), грунтовый смыв, возможные стоки производств, стоки ливневой канализации, наличие рядом дороги с интенсивным движением (дорога в виде асфальтированного покрытия с трех сторон озера и песчаная дорога).

На карьере Косичи экологическое влияние оказывают садовое товарищество и сельскохозяйственные поля в непосредственной близости от автодороги Н-429, наличие бытовых отходов от базы отдыха (с очисткой карьера со стороны базы отдыха), грунтовый сток. Также можно выделить наличие фирмы «СаМоТранс», осуществляющей грузоперевозки, что увеличивает нагрузку на дорогу и количество автомобилей рабочих и фур для грузоперевозок.

Заключение. Проведенные эколого-географические исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Оба водоема природно-антропогенного происхождения.
2. Форма водоема полностью зависит от антропогенного воздействия.
3. Водонаполнение озера Зеркалка происходит за счет грунтовых, ливневых вод, грунтового стока частного сектора, стока ливневой канализации, возможны стоки производства.
4. Водонаполнение карьера Косичи происходит за счет грунтовых и ливневых вод.
5. Оба водоема подвержены сильному антропогенному воздействию, что свидетельствует о сильном влиянии на экологический фон и делает воду непригодной для питья.
6. Наличие частного сектора оказывает более пагубное влияние на карьер Косичи, чем наличие базы отдыха, т. к. база отдыха обслуживает и производит уход за водоемом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кириченко, Л. А. Оценка экологического состояния водоемов рекреационной зоны г. Бреста / Л. А. Кириченко, А. А. Волчек // 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. – С. 379–382.

2. Кириченко, Л. А. Водная система парка культуры и отдыха г. Бреста: история, современное состояние и перспективы / Л. А. Кириченко // Реставрация историко-культурных объектов как сохранение культурного наследия Республики Беларусь : сб. ст. науч.-техн. семинара, Брест,

30 сент. 2020 г. / Брест. гос. техн. ун-т ; редкол.: Э. А. Тур [и др.]. – Брест : БрГТУ, 2020. – С. 75–79.

3. Реестр ТНПА и МВИ в области охраны окружающей среды (по состоянию на 20.02.2020) [Электронный ресурс] // ГУ «Республиканский центр аналитического контроля в области охраны окружающей среды». – 2022. – Режим доступа: <https://analitcentre.by/ru/register-of-measurement-techniques-ru>. – Дата доступа: 07.03.2022.

К содержанию

УДК 504.31

Е. Д. ГОНЧАРЕВИЧ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. С. Ступень, канд. техн. наук, доцент

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ ПРЕДПРИЯТИЕМ ОАО «БЕЛОВЕЖСКИЙ» ЗА ПЕРИОД 2018–2021 ГГ.

Актуальность. Состояние окружающей среды является одним из основных параметров, которые характеризуют качество жизни населения. В последние десятилетия наблюдается все более тесная взаимосвязь развития экономики с изменениями в окружающей среде, возрастает взаимное влияние как экологии на экономическое развитие, так и результатов хозяйственной деятельности на состояние природной среды.

С каждым годом состояние окружающей среды ухудшается и влияет на здоровье человека. Воздух является одним из основных жизненно важных элементов окружающей среды, загрязнение атмосферного воздуха – один из основных факторов риска для здоровья, связанных с окружающей средой. Атмосфера, как и другие геосферы планеты, нуждается в постоянном мониторинге и контроле над состоянием и составом.

Источники выбросов подразделяют на организованные и неорганизованные. Из организованного источника загрязняющие вещества поступают в атмосферу через специально сооруженные газоходы, воздухопроводы, трубы. К неорганизованным источникам относят автостоянки, склады горючих или сыпучих материалов и другие площадные источники.

Предприятие ОАО «Беловежский» является одним из крупных в Брестской области. Ежегодно им выделяется в атмосферу множество загрязняющих веществ. Предприятие следит за выбросом веществ в атмосферу и делает все, чтобы уменьшить их количество.

Цель – провести анализ данных о выбросах загрязняющих веществ в атмосферный воздух предприятием ОАО «Беловежский» за период 2018–2021 гг.

Материалы и методы исследования. В результате исследования были проанализированы данные акта инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух предприятием ОАО «Беловежский».

Результаты исследования. Наиболее сильно отражается на окружающей среде загрязнение продуктами химических преобразований. К ним можно отнести газообразные и аэрозольные загрязнители промышленно-бытового происхождения. Это может привести к увеличению среднегодовой температуры на Земле. Средством борьбы с промышленными загрязнениями окружающей среды являются санитарно-защитные зоны, создаваемые вблизи предприятий с выбросами газов и пыли в атмосферу. Основными вредными примесями пирогенного происхождения является оксид углерода (II). В воздух он попадает в результате сжигания твердых отходов, с выхлопными газами и выбросами промышленных предприятий и способствует повышению температуры на планете и созданию парникового эффекта.

Основными загрязняющими веществами являются твердые частицы и оксид углерода (II). Загрязняющие вещества относятся к 3-му и 4-му классу опасности. На рисунке 1 в виде диаграммы приведены данные по выбросу твердых частиц в атмосферный воздух в 2018–2021 гг.

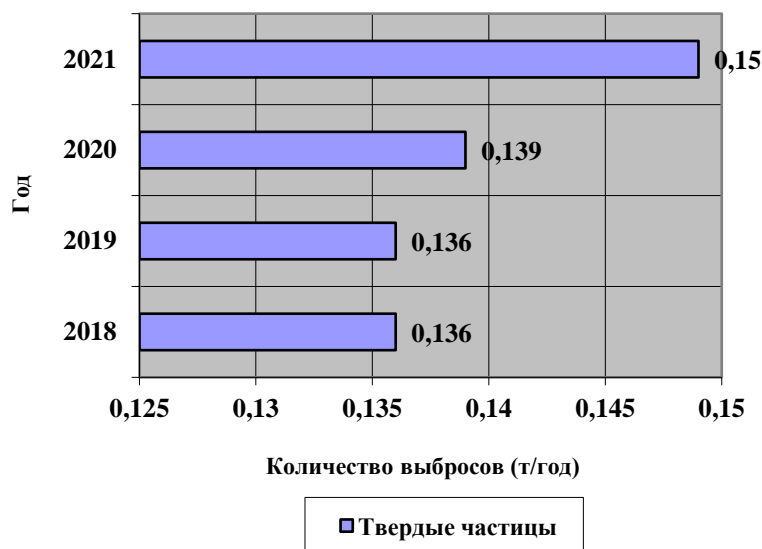


Рисунок 1 – Количество выбросов твердых частиц в 2018–2021 гг.

Анализ данных по количеству выброса оксида углерода (II) за период 2018–2021 гг. представлен в виде диаграммы на рисунке 2.

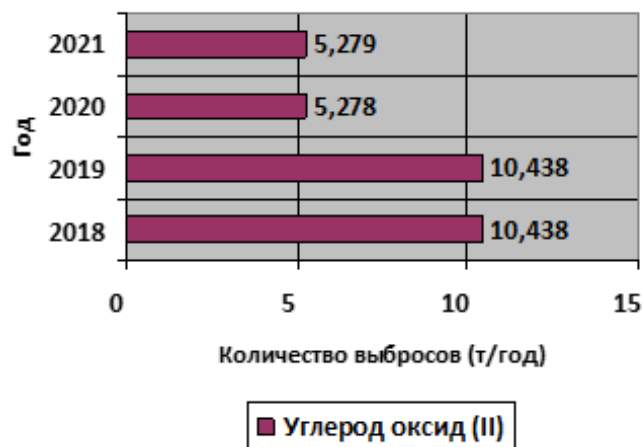


Рисунок 2 – Количество выбросов оксида углерода (II) в 2018–2021 гг.

На основе анализа количественных данных был выявлен ряд закономерностей годового распределения количества выбросов газов в атмосферу. Так, максимальные выбросы твердых частиц предприятием ОАО «Беловежский» зафиксированы в 2020 и 2021 гг.

В 2018–2019 гг. количество поступивших в атмосферу твердых частиц составило 0,136 т/год, в 2019 г. показатель оставался на этом же уровне (0,136 т/год).

Увеличение выбросов в атмосферу твердых частиц зафиксировано в 2020–2021 гг. и составило 0,139 и 0,149 т/год, что по сравнению с 2018 г. составило 8,73 %.

Выбросы оксида углерода (II) предприятием ОАО «Беловежский» в 2018–2019 гг. составили 10,438 т/год, резкое уменьшение оксида углерода (II) было зафиксировано в 2020–2021 гг., что составило 50,57 %. Предельно допустимая концентрация (ПДК) содержания оксида углерода (II) в воздухе рабочей зоны – 20 мг/м³. На диаграмме видим, что количество выброшенного оксида углерода (II) не превышает допустимую норму. Резкое уменьшение оксида углерода (II) в 2020 г. связано с модернизацией производства, установкой очистительных сооружений, чтобы уменьшить выброс оксида углерода (II) в атмосферу.

По предоставленным данным ОАО «Беловежский», в следующие пять лет будет увеличиваться производственная мощность предприятия, и поэтому следует ожидать дальнейшего увеличения выбросов твердых частиц. В связи с этим необходимо тщательно проводить ежемесячный контроль выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

Заключение. 1. Изменение количества выбросов твердых частиц предприятием «Беловежский» за период 2018–2021 гг. имеет тенденцию на увеличение. Прирост количества выбросов в 2021 г. по сравнению с 2018 г.

составляет 8,73 %, количество оксида углерода (II) уменьшилось по сравнению с 2018 г. на 50,57 %.

2. Увеличение количества выбросов в 2020 г. связано с увеличением мощности предприятия. В 2021 г. количество выбросов увеличилось, по нашему мнению, в связи с расширением и модернизацией предприятия.

3. Выбросы загрязняющих веществ предприятием «Беловежский» в 2018–2021 гг. не превышают предельно допустимых концентраций.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Санитарные нормы и правила [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mshp.gov.by/documents/technicalacts/e123f1f23d4b3978.html>. – Дата доступа: 07.03.2022.

К содержанию

УДК 504.75.05

Е. Д. ГОНЧАРЕВИЧ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – О. В. Корзюк, старший преподаватель

ЭЛЕМЕНТЫ ЭКОЛОГИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ РАЗДЕЛОВ ХИМИИ «СТРОЕНИЕ АТОМА И СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ» И «ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ»

Актуальность. В связи с глобальными преобразованиями в природе возникла необходимость целостного взгляда на окружающую среду и взаимоотношения человека с ней. Для успешного формирования экологического мышления обучаемых необходимо развить их интерес к познанию предмета и его отдельных аспектов [1]. В рамках учебного предмета «Химия» экологические проблемы и вопросы можно изучать фактически на каждом уроке, а также во внеурочной и внеучебной деятельности. Поэтому рассмотрение свойств этого раздела представляет большой интерес для формирования экологического мышления и экологической культуры при обучении химии в школе.

Цель – проанализировать учебную программу 8 класса школьного курса химии и разработать основные принципы и методы, которые могут помочь экологизации разделов «Строение атома и систематизация химических элементов» и «Химическая связь» на уроках химии.

Материалы и методы – анализ научно-методической, учебной литературы, учебных пособий, концепции компетентностного и личностно

ориентированного подходов, а также современных педагогических технологий и методик.

Результаты исследований. В процессе обучения и воспитания на уроках химии необходимо ставить цель формирования не только химических понятий, практических умений и навыков, но и экологической сознательности и компетентности. Необходимо отметить, что современные учебники химии содержат недостаточное количество информации о биологической роли различных соединений, их вредном или полезном воздействии на организм человека и окружающую среду. Этот факт является основанием для разработки методов и приемов, которые были бы направлены на формирование знаний учащихся о химических аспектах экологии и экологических проблемах.

Периодический закон – это не только один из важнейших законов природы, но и методическая основа изучения химии. Познание периодического закона дает возможность сформировать представление о единстве и целостности материального мира, раскрыть закономерности процессов и явлений, происходящих в нем.

Периодический закон, один из фундаментальных законов всей химии, является основой изучения химии элементов. В рамках данной темы учащиеся должны знать: современную формулировку периодического закона, основные закономерности периодической системы, строение электронных оболочек атомов (первых четырех периодов). Кроме этого, они должны уметь давать характеристику химического элемента по его положению в периодической системе, характеризовать простые и сложные вещества, образуемые данным элементом, знать понятие изотопа, уметь объяснить, почему относительная атомная масса выражается дробным числом. Приступая к изучению периодического закона, учитель должен актуализировать предшествующие знания учащихся: понятие о химическом элементе, атоме, валентности, простых и сложных веществах, классах неорганических веществ, понятие о классификации неорганических веществ. В учебном пособии в теме «Строение атома и систематизация химических элементов» можно выделить следующие ключевые аспекты: 1) периодический закон, его физический смысл; 2) физический смысл номера периода, номера группы, атомного номера элемента; 3) периодичность изменения свойств атомов химических элементов и их соединений (оксидов и гидроксидов) [2].

Объясняя причину того, что основу жизни составляют шесть элементов первых трех периодов (H, C, N, O, P, S), на долю которых приходится 98 % массы живого вещества (остальные элементы периодической системы составляют не более 2 %), следует указать три основных критерия: малый размер атомов, небольшая относительная атомная масса, способность образовывать прочные ковалентные одинарные и кратные связи.

Для молекул живой клетки последнее обстоятельство имеет первостепенное значение, поскольку в основе всех биохимических реакций лежит процесс разрыва одних связей и образования других. Что же касается *водорода*, то этот элемент образует химические связи со всеми остальными пятью элементами. Так, прочно соединяясь с углеродным скелетом, водород создает более или менее однородную по свойствам внешнюю часть органических молекул, поэтому они слабо притягиваются друг к другу и активно участвуют в обменных процессах. Водородные связи обуславливают уникальные свойства воды, ее растворяющую способность, удерживают в устойчивом положении вторичную (спиральную) структуру молекулы белка. В живом веществе на долю водорода приходится 10 %.

Химическое загрязнение природной среды отрицательно сказывается на жизнедеятельности биологических систем, поэтому важно знать ряд закономерностей, позволяющих предположить реакцию организмов на изменение качественного состава внешней среды, возможные негативные процессы, влекущие за собой болезни или даже гибель особи. Эти закономерности касаются распространения элементов в природе, концентрации их в живых организмах, доли участия в обмене веществ (метаболизме), проявления токсичности и конкурентных отношений. Перечислим их: элементы с четными атомными номерами распространены в природе несколько больше, чем элементы с нечетными атомными номерами; распространенность в природе близких по свойствам элементов обычно убывает с ростом их относительных атомных масс; количественное содержание элементов в живом веществе находится в обратно пропорциональной зависимости от величины их относительных атомных масс.

В процессе изучения темы «Химическая связь» у учащихся формируются знания о природе химической связи, видах связи в различных соединениях, строится целостная система знаний о строении вещества, которая является фундаментальной теорией.

В содержании темы «Химическая связь» можно выделить следующие ключевые аспекты: 1) природа химической связи и условия ее образования; 2) ковалентная связь и механизмы ее образования; 3) кратность связи; 4) различия между ковалентной полярной и ковалентной неполярной связями; 5) ионная связь как связь, осуществляемая за счет электростатического взаимодействия противоположно заряженных ионов; 6) металлическая связь как связь между катионами металлов и «свободно» перемещающимися электронами.

Заключение. В процессе обучения учащийся научится понимать то, что от человека зависят его настоящее и будущее, сохранность природной среды, здоровье всего общества, что является основной задачей экологического образования. Экологическое образование и воспитание – одна из

основных проблем современной методики обучения химии и других наук естественного цикла.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Современные проблемы науки и образования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=28874>. – Дата доступа: 08.03.2022.
2. Химия : учеб. пособие для 8 класса учреждений общ. сред. образования с рус. яз. обучения / И. Е. Шиманович [и др.] ; под ред. И. Е. Шимановича. – Минск : Нар. асвета, 2018. – 239 с.

К содержанию

УДК 574.583

Я. А. ГРЕСЬ

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

Научный руководитель – Н. С. Прибыловская, старший преподаватель

ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФИТОПЛАНКТОНА Р. ЩАРЫ

Актуальность. Большинство современных обобщающих сводок по экологии пресноводного фитопланктона основано на исследовании главным образом водоемов замедленного водообмена – озер и водохранилищ. В значительно меньшей степени изучен фитопланктон рек. В то же время детальное изучение его структуры и особенностей развития имеет как общеэкологическое, так и природоохранное значение.

Таксономический состав водных сообществ может многое сказать об экологическом состоянии водотоков.

Цель – проанализировать сезонные изменения в структуре фитопланктона р. Щара в период с июня 2020 г. по ноябрь 2021 г.

Материалы и методы. Исследования проводили на р. Щаре, протекающей в Брестской и Гродненской областях Беларуси, являющейся левым притоком Немана. Длина реки – 300 км, площадь бассейна – 6730 км², преобладает снеговое питание [1].

За период исследования с июня по ноябрь 2020 г. и с апреля по ноябрь 2021 г. было отобрано 14 проб на одной станции, расположенной в 0,3–0,4 км от д. Дарево, с левого берега. Берега реки пологие, густо усажены кустарниками и деревьями. Отбор проб осуществлялся зачерпыванием воды в пластиковую бутылку объемом 1 л, фиксация – реактивом

Уотермеля, концентрирование – осадочным методом [2]. Видовую принадлежность водорослей планктона определяли при помощи светового микроскопа ($\times 600$) и определителей [3–7]. Систематический список водорослей составляли по «Таксономическому каталогу» Т. М. Михеевой [8].

Результаты исследований. Всего за время исследования в планктоне р. Щары было определено 88 видов водорослей планктона, которые принадлежат 6 отделам, 11 классам, 14 порядкам, 33 семействам, 48 родам: *Bacillariophyta* – 47 видов (53,41 %), *Chlorophyta* – 21 вид (23,86 %), *Cyanophyta* – 8 видов (9,1 %), *Euglenophyta* – 6 видов (6,81 %), *Dinophyta* – 3 вида (3,41 %), *Xanthophyta* – 3 вида (3,41 %).

Почти во всех пробах встречались виды из отделов *Bacillariophyta*, *Chlorophyta* и *Euglenophyta*, например: *Cymbella prostrata* (Berk.) Cl., *Scenedesmus arcuatus* Lemm. var. *arcuatus*, *Euglena oblonga* Schmitz. Только в шести пробах встречались виды из отдела *Dinophyta*. Виды из отдела *Xanthophyta* встречаются во все месяцы (кроме ноября), а также отсутствуют в июле 2021 г.

Таксономический анализ систематического списка водорослей планктона р. Щары отражен в таблице.

Таблица – Таксономический спектр фитопланктона р. Щары

Отдел	Класс	Порядок	Семейство	Род	Вид
<i>Cyanophyta</i>	<i>Hormogoniophyceae</i>	1	4	4	7
	<i>Chroococcophyceae</i>	1	1	1	1
<i>Dynophyta</i>	<i>Dynophyceae</i>	1	2	3	3
<i>Bacillariophyta</i>	<i>Pennatophyceae</i>	2	8	17	45
	<i>Centrophyceae</i>	2	2	2	2
<i>Xanthophyta</i>	<i>Xanthotrichophyceae</i>	1	1	1	3
<i>Euglenophyta</i>	<i>Euglenophyceae</i>	1	1	4	6
<i>Chlorophyta</i>	<i>Protococophyceae</i>	1	7	8	12
	<i>Volvocophyceae</i>	1	1	2	2
	<i>Conjugatophyceae</i>	2	3	3	4
	<i>Ulotrichophyceae</i>	1	3	3	3
Общее количество	11	14	33	48	88

Динамика видового разнообразия разных отделов водорослей в течение вегетационных периодов 2020 и 2021 гг. представлена на рисунке. Лидирующее место по числу выявленных видов во все месяцы занимает отдел *Bacillariophyta* – до 28 видов, на втором месте по видовому разнообразию располагается отдел *Chlorophyta* – до 8 видов в месяц, отсутствует в ноябре 2020 г. и в октябре и ноябре 2021 г. Виды отделов *Euglenophyta* и *Bacillariophyta* встречаются в каждой пробе. Отделы *Cyanophyta*,

Dynophyta и *Xantophyta* встречаются не во всех пробах и представлены малым числом видов.

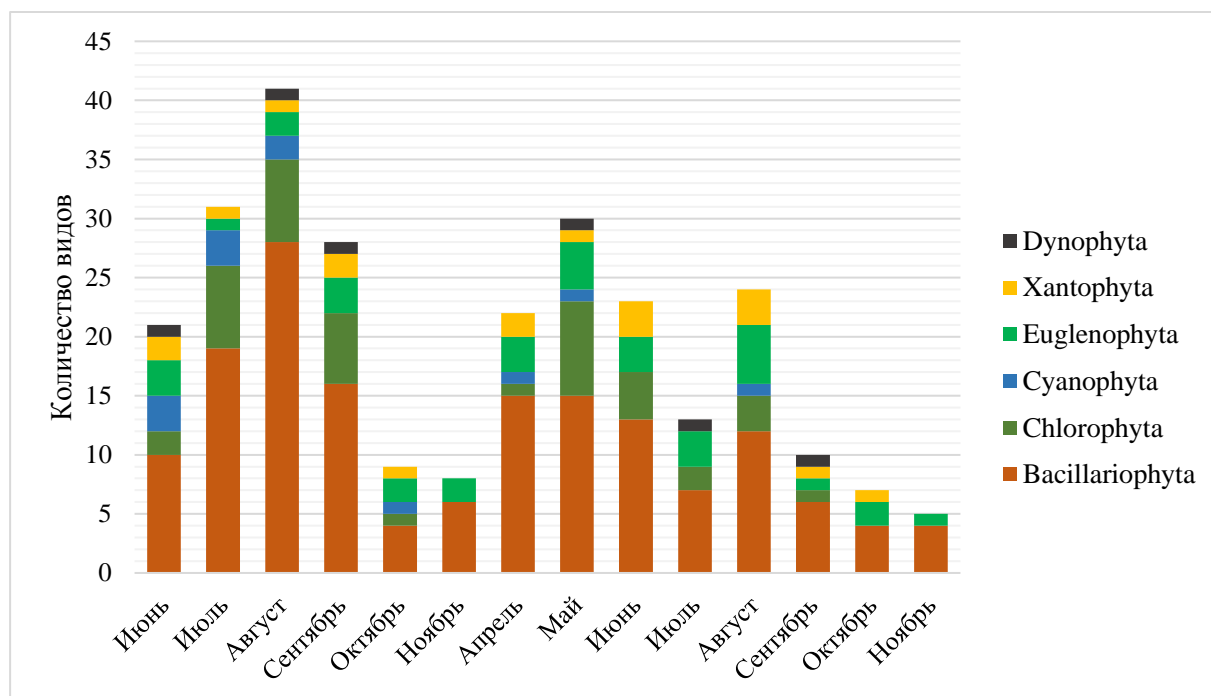


Рисунок – Сезонная динамика видового разнообразия фитопланктона р. Щары в вегетационные сезоны 2020–2021 гг.

Заключение. За два вегетационных сезона (2020 и 2021 гг.) в планктоне р. Щары выявлено 88 видов водорослей из шести отделов. Доминирующим является диатомово-хлорофитовый комплекс, что характерно для многих белорусских рек. Наибольшее видовое разнообразие фитопланктона наблюдается традиционно в июле-августе, что мы и наблюдаем в 2020 г. В вегетационный сезон 2021 г. наблюдается отклонение от классической схемы сезонной динамики, связанное с очень высокими температурами воздуха в июле (длительное время выше 30 °С).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Река Щара: фото и описание [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fb.ru/article/468009/reka-schara-foto-opisanie>. – Дата доступа: 26.02.2022.
2. Садчиков, А. П. Методы изучения пресноводного планктона : метод. рук. / А. П. Садчиков. – М. : Ун-т и школа, 2003. – 157 с.
3. Голлербах, М. М. Синезеленые водоросли. Определитель пресноводных водорослей СССР / М. М. Голлербах, Е. К. Косинская, В. И. Полянский. – М., 1953. – Вып. 2. – 652 с.

4. Топачевский, А. В. Пресноводные водоросли Украинской ССР / А. В. Топачевский, Н. П. Масюк ; под общ. ред. М. Ф. Макаревич. – Киев : Вища шк., 1984. – 336 с.

5. Царенко, П. М. Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР / П. М. Царенко. – Киев : Наук. думка, 1990. – 208 с.

6. Баринава, С. С. Атлас водорослей – индикаторов сапробности (Российский Дальний Восток) / С. С. Баринава, Л. А. Медведева. – Владивосток : Дальнаука, 1996. – 364 с.

7. Водоросли : справочник / С. П. Вассер [и др.]. – Киев : Наук. думка, 1989. – 608 с.

8. Михеева, Т. М. Альгофлора Беларуси. Таксономический каталог / Т. М. Михеева. – Минск : БГУ, 1999. – 396 с.

К содержанию

УДК 577.175.19

А. И. ГУК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – О. В. Корзюк, старший преподаватель

РОСТОСТИМУЛИРУЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ КОНЬЮГАТОВ ПРИРОДНЫХ БРАССИНОСТЕРОИДОВ С КИСЛОТАМИ НА БОБОВЫЕ КУЛЬТУРЫ

Актуальность. Одной из важных задач современного растениеводства является поиск новых экологически безопасных биологически активных соединений, оказывающих ростостимулирующее действие на растения. Особый интерес могут представлять конъюгаты природных brassinosteroidов (БС) с кислотами. Brassinosteroidы – класс растительных гормонов, необходимых для роста, развития и адаптации растений в окружающей среде. Они инициируют множество процессов в растительной клетке, усиливают клеточное деление, элонгацию, биосинтез протеинов, совместно с другими фитогормонами воздействуют на основные физиологические процессы, которые определяют продуктивность и качественные параметры растений [1; 2]. Brassinosteroidы широко распространены в тканях живых организмов [3].

В связи с расширяющимся применением БС и постоянно возрастающим интересом к данному классу растительных гормонов актуальной является задача выявления оптимальных концентраций БС как природных, так и в препаратах на их основе, оказывающих росторегулирующее

действие. Наш интерес к стероидным соединениям объясняется прежде всего принадлежностью их к природным соединениям и наличием у этих соединений фитобиологической активности, что предполагает участие их в процессах роста, формообразования и репродукции и, возможно, в выполнении разных функций одновременно [4].

Цель – изучение ростостимулирующего действия конъюгатов природных brassinosteroidов с кислотами на бобовые культуры.

Материалы и методы. Для определения оптимальных концентраций стероидных соединений, оказывающих наибольшее влияние на посевные качества семян гороха посевного (*Pisum sativum* L.) сорта Саламанка, в лабораторных условиях были использованы 24-эпикастастерон (ЭК) и его конъюгаты: 2-моносалицилат 24-эпикастастерона (S23), тетраиндолил-ацетат 24-эпикастастерона (S31), синтезированные в лаборатории химии стероидов Института биоорганической химии НАН Беларуси. Для исследований был использован диапазон концентраций стероидных соединений 10^{-11} – 10^{-7} М. Для оценки воздействия brassinosteroidов на рост и развитие растений измеряли среднюю длину корней и побегов гороха посевного.

Результаты исследований. При исследовании воздействия ЭК и его конъюгатов на морфометрические параметры растений гороха посевного (средняя длина корней и средняя масса корней) наблюдалось значительное преобладание длины подземной части над надземной (поэтому длина побега не учитывалась). По отношению к контролю наблюдалось незначительное понижение и достаточное увеличение исследуемых параметров (таблица).

Таблица – Влияние эпикастастерона и его конъюгатов на морфометрические параметры начальных этапов роста гороха посевного сорта Саламанка

Вариант опыта	Корень		Корень	
	длина, мм	% к контролю	масса, мг	% к контролю
Эпикастастерон (ЭК)				
Контроль	57,56 ± 1,56	–	3,62 ± 0,31	–
10^{-11} М	55,67 ± 1,80	–3,28	3,24 ± 0,18	–10,5
10^{-10} М	47,23 ± 1,72	–17,9	3,25 ± 0,11	–10,2
10^{-9} М	67,10 ± 1,75**	16,6	3,71 ± 0,48	2,5
10^{-8} М	52,12 ± 1,69	–9,5	2,94 ± 0,14	–18,8
10^{-7} М	50,03 ± 1,62	–13,1	3,12 ± 0,69	–13,8
2-моносалицилат 24-эпикастастерона (S23)				
Контроль	57,56 ± 1,56		3,62 ± 0,14	
10^{-11} М	69,86 ± 1,87**	21,4	4,32 ± 0,13**	19,3
10^{-10} М	59,19 ± 1,99	2,8	3,61 ± 0,48	–0,3
10^{-9} М	53,46 ± 1,72	–7,1	3,51 ± 0,29	–3
10^{-8} М	56,73 ± 1,86	–1,4	3,70 ± 0,11	2,2
10^{-7} М	64,43 ± 1,98*	11,9	3,49 ± 0,28	–3,6

Продолжение таблицы

Тетраиндолилацетат 24-эпикастерона (S31)				
Контроль	57,56 ± 1,56	–	3,62 ± 0,14	–
10 ⁻¹¹ М	58,83 ± 1,76	1,4	3,3 ± 0,08	–8,8
10 ⁻¹⁰ М	64,03 ± 2,08*	11,2	3,74 ± 0,45	3,3
10 ⁻⁹ М	69,52 ± 2,08**	20,8	4,46 ± 0,17**	23,2
10 ⁻⁸ М	59,06 ± 1,97	2,6	3,91 ± 0,11	8
10 ⁻⁷ М	64,83 ± 1,80*	12,6	4,02 ± 0,09**	11
Примечание – * – достоверно при p ≤ 0,1; ** – при p ≤ 0,05.				

Так, использование ЭК в концентрации 10⁻⁹ М приводило к увеличению средней длины корней на 16,6 % по сравнению с контролем и массы корней – на 2,5 % (таблица). Предварительное замачивание семян в растворе S23 в концентрациях 10⁻¹¹–10⁻⁷ М приводило к увеличению длины корней на 2,8–21,4 %, а массы – на 2,2–19,3 % (исключение составляет концентрация 10⁻⁹ М, 10⁻⁸ М, где наблюдается снижение длины побегов на 7,1–1,4 % относительно контроля). Воздействие S31 вызывает увеличение длины корня гороха на 20,8 % и массы корней на 23,2 % в концентрации 10⁻⁹ М. Также наблюдалось и отрицательное воздействие ЭК и его конъюгатов на морфометрические параметры. Так, длина корней и масса понижались по отношению к контролю. Например, при воздействии ЭК с концентрацией 10⁻¹⁰ М длина корня снижалась на 17,9 %, соответственно снижалась и масса корней. S23 с концентрацией 10⁻⁹ М ингибировал рост корней на 7 % (таблица).

Закключение. Таким образом, по результатам лабораторного опыта наиболее эффективными концентрациями исследуемых веществ, оказывающими наибольший достоверный эффект на рост корней и массу корней гороха посевного, являются ЭК (эпикастерон) в концентрации 10⁻⁹ М, S23 (2-моносалицилат 24-эпикастерона) в концентрации 10⁻¹¹ М и S31 (тетраиндолилацетат 24-эпикастерона) в концентрации 10⁻⁹ М.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хрипач, В. А. Новое в исследованиях и применении brassinosterоидов / В. А. Хрипач // Регуляция роста, развития и продуктивности растений : материалы IV Междунар. науч. конф., Минск, 26–28 окт. 2005 г. / Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси ; редкол.: Н. А. Ламан (отв. ред.) [и др.]. – Минск : Право и экономика, 2005. – С. 7.
2. Khripach, V. A. Brassinosteroids. A new class of plant hormones / V. A. Khripach, V. N. Zhabinskii, A. de Groot. – San Diego : Academic Press, 1999. – 456 p.
3. Деева, В. П. Регуляторы роста растений: механизмы действия и использование в агротехнологиях / В. П. Деева. – Минск : Беларус. навука, 2008. – 133 с.

4. Каленчук, Т. В. Влияние эпибрасинолида и гомобрасинолида на культуру тюльпанов / Т. В. Каленчук, А. Г. Чернецкая, И. Э. Бученков // Вес. БГПУ. Сер. 3, Физика. Математика. Информатика. Биология. География. – 2013. – № 3 (77). – С. 24–29.

К содержанию

УДК 634.36:631.544.4(476.7)

Д. С. ГУЩЕНЯ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – М. В. Левковская, старший преподаватель

ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА КОЛЛЕКЦИИ ЛИСТОВЫХ СУККУЛЕНТОВ ЗИМНЕГО САДА ЦЕНТРА ЭКОЛОГИИ

Актуальность. Проблема сохранения биоразнообразия флоры аридных экосистем является актуальной в современной ботанике. С каждым годом растет заинтересованность в содержании в оранжерейных комплексах суккулентных растений [1].

Цель – установить таксономическую структуру коллекции листовых суккулентов зимнего сада Центра экологии Брестского государственного университета имени А. С. Пушкина.

Материалы и методы. Коллекции растений, создаваемые человеком, имеют большое значение в поддержании биоразнообразия на Земле, выполняют функции сохранения генофонда, улучшения качества среды, образовательную, научно-исследовательскую, рекреационную и др. [2; 3]. Ботаническая коллекция зимнего сада БрГУ имени А. С. Пушкина насчитывает более 550 таксонов растений закрытого грунта, относящихся к 98 семействам. Многие объекты являются уникальными для ботанических садов Беларуси. Растения в оранжерее расположены композиционно с учетом биогеографической и систематической принадлежности [3]. Исследования и анализ состава коллекции листовых суккулентов зимнего сада Центра экологии БрГУ имени А. С. Пушкина проводились на протяжении 2021 г.

Результаты исследований. К листовым суккулентам относятся растения, у которых основным водозапасающим органом являются утолщенные сочные листья [4].

Коллекция листовых суккулентов зимнего сада Центра экологии включает 87 таксонов, в том числе 71 вид и 16 сортов. Согласно системе магнолиофитов, предложенной А. Л. Тахтаджяном (1987) [5], выявленные

суккуленты относятся к следующим таксономическим категориям, представленным в таблице.

К классу *Magnoliopsida* относятся представители двух семейств – *Aizoaceae* и *Crassulaceae*. В составе коллекции присутствует один вид семейства *Aizoaceae* подсемейства *Aptenioideae* – *Aptenia cordifolia*, относящийся к многолетним суккулентным растениям из Южной Африки.

Таблица – Таксономическая структура коллекции листовых суккулентов

Класс	Подкласс	Порядок	Семейство	Род
<i>Magnoliopsida</i>	<i>Caryophyllidae</i>	<i>Caryophyllales</i>	<i>Aizoaceae</i>	<i>Aptenia</i>
	<i>Rosidae</i>	<i>Saxifragales</i>	<i>Crassulaceae</i>	<i>Crassula</i>
				<i>Kalanchoe</i>
				<i>Sedum</i>
				<i>Echeveria</i>
<i>Liliopsida</i>	<i>Liliidae</i>	<i>Amaryllidales</i>	<i>Agavaceae</i>	<i>Agave</i>
			<i>Asphodelaceae</i>	<i>Aloe</i>
				<i>Gasteria</i>
		<i>Haworthia</i>		
		<i>Asparagales</i>	<i>Dracaenaceae</i>	<i>Sansevieria</i>
	<i>Arecidae</i>	<i>Arales</i>	<i>Araceae</i>	<i>Zamioculcas</i>

Наиболее многочисленно в коллекции листовых суккулентов зимнего сада представлено семейство *Crassulaceae* двудольных растений, к которому относится 44 таксона, принадлежащие к родам *Crassula*, *Kalanchoe*, *Sedum*, *Echeveria* подсемейств *Crassuloideae*, *Kalanchoideae*, *Sedoideae*, *Echeverioideae* соответственно. Роды *Crassula*, *Kalanchoe* отличаются наибольшим разнообразием, т. к. насчитывают по 13 таксонов, роды *Sedum* и *Echeveria* – по 9 таксонов.

Большинство видов крупных родов, таких как *Crassula* и *Kalanchoe*, распространены в Южной Африке, *Sedum* – преимущественно в Евразии, *Echeveria* – крупный американский род [6].

Семейство *Agavaceae* представлено шестью таксонами чаще многолетних травянистых растений рода *Agave* подсемейства *Agavoideae*. Агавы растут в различных аридных растительных формациях [7].

Семейство *Asphodelaceae* однодольных растений в коллекции листовых суккулентов включает 21 таксон трех родов – *Aloe*, *Gasteria*, *Haworthia* подсемейства *Asphodeloideae*. Род *Aloe* является наиболее многочисленным и насчитывает 9 видов, *Gasteria* – 5 видов, *Haworthia* – 7 таксонов. Представители данного семейства являются преимущественно многолетними травянистыми растениями, которые естественно произрастают на территории Южной и тропической Африки. *Aloe arborescens*, *Aloe x delaetii*, *Aloe ferox* в экспозиции пустынь можно отнести к суккулентно-

листовым кустарникам. Эндемичными для Южной Африки являются роды *Gasteria*, *Haworthia* [7].

Представители рода *Sansevieria* являются многолетними, вечнозелеными, травянистыми корневищными растениями с большими суккулентными плоскими, желобчатыми, полуцилиндрическими или цилиндрическими листьями, которые являются резервуаром для накопления воды в переменном-влажных и сухих тропиках [7]. Существуют разные подходы к определению систематической принадлежности данного рода – к семействам *Agavaceae* и *Dracaenaceae* [4], по классификации, приведенной А. Л. Тахтаджяном (1987), род *Sansevieria* относится к семейству *Dracaenaceae*. В коллекции листовых суккулентов к роду *Sansevieria* принадлежит пять видов.

К семейству *Araceae* Juss. порядка *Arales* класса *Liliopsida* относится один монотипный род *Zamioculcas*, распространенный в горных каменистых степях Восточной Африки [7], в состав которого входит один вид *Zamioculcas zamiifolia*.

Большинство представителей коллекции листовых суккулентов естественно произрастают в Южной Африке (66 %) и Мексике (23 %).

Заключение. Коллекция листовых суккулентов зимнего сада Центра экологии БрГУ имени А. С. Пушкина отличается большим разнообразием и насчитывает 87 таксонов, относящихся к 11 родам, 6 семействам, 5 порядкам двух классов покрытосеменных растений. Доминирующей группой являются многолетние травянистые растения (70 %).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Таксономический состав коллекционных фондов суккулентных растений в некоторых ботанических садах и научных учреждениях СНГ (Россия, Беларусь) / Е. С. Чичканова [и др.] // Сб. науч. тр. ГНБС. – 2018. – Т. 147. – С. 167–169.

2. Ботанические коллекции Центра экологии учреждения образования «БрГУ имени А. С. Пушкина» / А. П. Колбас [и др.] // Роль ботанических садов и дендрариев в сохранении, изучении и устойчивом использовании разнообразия растительного мира : материалы междунар. науч. конф., посвящ. 85-летию Центр. ботан. сада НАН Беларуси, Минск, 6–8 июня 2017 г. : в 2 ч. / Нац. акад. наук Беларуси ; Центр. ботан. сад ; редкол.: В. В. Титок [и др.]. – Минск : Медисонт, 2017. – Ч. 1. – С. 401–404.

3. Колбас, А. П. Таксономический состав коллекций экспозиции «Зимний сад» Центра экологии учреждения образования «БрГУ имени А. С. Пушкина» / А. П. Колбас, Н. В. Шималова, И. Н. Яковук // Вучон. зап. – 2016. – Вып. 12, ч. 2. – С. 52–67.

4. Андреева, Н. Г. Суккуленты и их секреты / Н. Г. Андреева. – Киев : Софія-А, 2007. – 96 с.

5. Тахтаджян, А. Л. Система магнолиофитов / А. Л. Тахтаджян. – Л. : Наука, 1987. – 439 с.

6. Жизнь растений : в 6 т. / под ред. А. Л. Тахтаджяна. – М. : Просвещение, 1981. – Т. 5 : Цветковые растения, ч. 2. – 511 с.

7. Жизнь растений : в 6 т. / под ред. А. Л. Тахтаджяна. – М. : Просвещение, 1986. – Т. 6 : Цветковые растения. – 543 с.

К содержанию

УДК 634.232

М. М. ДЕМЬЯНЧИК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – И. Д. Лукьянчик, канд. с.-х. наук, доцент

СОРТОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КРОНЫ У ДВУХГОДИЧНЫХ САЖЕНЦЕВ ЧЕРЕШНИ

Актуальность. Брестский район относится к числу наиболее благоприятных регионов Беларуси для промышленного производства косточковых культур, среди которых черешня занимает одно из ведущих мест. Это одна из немногих плодовых культур, позволяющая получать ранние плоды, что ценно для садоводства.

За последние десятилетия значительно увеличился ассортимент сортов белорусской черешни. Основным показателем перспективности каждого сорта является возможность получения стабильных урожаев за счет успешной реализации биологической продуктивности, которая связана с морфологическими особенностями сортов, условиями произрастания (включая климатические факторы) и полнотой насаждений. Одной из важнейших характеристик растений черешни является сила роста побегов. Именно величина данного показателя свидетельствует о чувствительности того или иного сорта к конкретным почвенно-климатическим условиям мест произрастания [1].

Цель – провести сравнительный анализ особенностей формирования кроны двухгодичных саженцев четырех сортов черешни (*Prunus avium*) различного эколого-географического происхождения в условиях отдела агробиологии Центра экологии БрГУ имени А. С. Пушкина по критерию «сила роста».

Материалы и методы. Исследования проводились в отделе агробиологии Центра экологии БрГУ имени А. С. Пушкина весной-летом 2021 г., когда растения находились на стадии интенсивного роста.

Объекты исследований – два сорта черешни белорусской селекции – Сюбаровская (раннеспелая), Народная (среднеспелая) – и два сорта российской селекции – Ипать (раннеспелая), Тютчевка (среднепоздняя). Выборка составляла 46 растений коллекции (5 шт. сорта Народная, 28 шт. – Сюбаровская, 3 шт. – Ипать и 10 шт. – Тютчевка).

Посадка деревьев проходила весной 2020 г. Растения имели высокий процент приживаемости (90–100 %). Схема посадки – 3×4 м.

Брест является самым теплым регионом интродукции в Беларуси (относится к V^a региону интродукционного районирования). Климат Бреста умеренно-континентальный с мягкой короткой зимой и нежарким долгим летом. Средняя температура самого холодного месяца, января, составляет около –3 С, а средняя температура июля, самого теплого месяца, достигает +25 С, что создает благоприятные условия для роста и развития черешни.

Почвенный покров участка был представлен дерново-подзолистой супесчаной почвой, которая подстилается из глубины 30–40 см мореным песком. Химические свойства почвы: рН 5,5–6 (слабокислая), Р₂О₅ = 15 мг/100 г почвы, К = 15 мг/100 г почвы, гумус = 1,5–2 %. Степень насыщенности основаниями 40–70 %.

Критерии оценки силы роста саженцев – длина побегов у саженца в три срока за период вегетации (31.05; 28.06; 16.07) и количество побегов на растении. Статистическая обработка результатов с использованием программы MS Excel 2010.

Результаты исследований. Интенсивность роста двухгодичных саженцев черешни в среднем была невысокой, о чем свидетельствуют данные таблицы.

Таблица – Морфометрические характеристики некоторых сортов черешни отдела агробиологии Центра экологии БрГУ имени А. С. Пушкина

Сроки промеров	Сорт	Длина побегов на одном растении X _{ср} ± m, см	Общая длина прироста на одном растении, см	Прирост за один месяц, %	Итоговый прирост за два месяца, %
31.05	Ипать	9,46 ± 1,32	37,84	–	–
	Сюбаровская	15,35 ± 5,59	121,27	–	–
	Народная	10,50 ± 1,50	39,90	–	–
	Тютчевка	10,65 ± 5,56	61,77	–	–
28.06	Ипать	13,68 ± 1,82*	54,72	+44,6	–
	Сюбаровская	16,69 ± 5,64	131,85	+8,7	–
	Народная	14,85 ± 1,6*1	56,43	+41,5	–
	Тютчевка	12,04 ± 5,65**	69,83	+12,9	–

Продолжение таблицы

16.07	Ипуть	14,67 ± 1,81	58,68	+7,3	+48,9
	Сюбаровская	17,56 ± 5,54	138,73	+5,2	+13,9
	Народная	15,72 ± 1,62	59,74	+5,9	+47,4
	Тютчевка	12,87 ± 5,68	74,65	+6,9	+19,8
Примечание – * – достоверно при уровне значимости $p < 0,05$, ** – достоверно при уровне значимости $p < 0,01$.					

Как видно из таблицы, к концу мая наибольший прирост побегов наблюдался у раннеспелого белорусского сорта Сюбаровская – средняя длина побегов на одном растении составила 15,35 см. Длина побегов среднеспелого и позднеспелого сортов Народная и Тютчевка имели одинаковую длину (10,50 и 10,65 см). Отставание в росте имело место у саженцев раннеспелого сорта Ипуть (9,46 см).

Анализ динамики роста сортов через месяц вегетации показал, что наиболее интенсивно росли побеги сортов Ипуть и Народная – +44,6 % и +41,5 % соответственно по отношению к замерам в мае [2]. Сорта Сюбаровская и Тютчевка дали за месяц прирост всего лишь на 8,7 и 12,9 % соответственно. Анализ результатов измерений еще через месяц (июль) показал, что все саженцы дополнительно подросли несущественно – на 0,8–1,0 см.

Для установления величины силы роста также была рассчитана величина общего прироста всех побегов на растении с учетом количества побегов. Анализ таблицы также показал, что больше всего побегов сформировалось у сорта Сюбаровская – 7,9 шт., у сорта Тютчевка – 5,8, у Ипуть – 4,0, Народная – 3,8. Таким образом, несмотря на более интенсивный рост побегов саженцев сорта Ипуть (+48,9 %) и Народной (+47,4 %), наибольшей силой роста обладали растения сорта Сюбаровская, суммарный прирост побегов на растении у которого достиг 138,74 см по сравнению с сортом Ипуть (58,68 см), Народная (59,74 см) и Тютчевка (74,65 см).

Заключение. Сравнительный анализ особенностей формирования кроны двухгодичных саженцев четырех сортов черешни (*Prunus avium*) различного эколого-географического происхождения в условиях отдела агробиологии Центра экологии БрГУ имени А. С. Пушкина показал, что сорта черешни характеризовались специфической силой роста. Наиболее перспективным для выращивания оказался раннеспелый сорт Сюбаровская. При правильном формировании кроны, направленном на увеличение количества побегов, у сортов Ипуть и Народная, учитывая интенсивность их прироста, можно повысить силу роста молодых деревьев.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Полубятко, И. Г. Биологические особенности и хозяйственная ценность сортообразцов вишни и черешни белорусской селекции на клоновых подвоях : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.05 / И. Г. Полубятко ; РУП Ин-т плодоводства. – Минск, 2017. – 27 с.

2. Gismeteo [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.gismeteo.ru/weather-brest-4912/>. – Дата доступа: 01.05.2021–31.07.2021.

К содержанию

УДК 628.01

Б. Р. ДЖУМАГЕЛДИЕВ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. Ф. Ковалевич, старший преподаватель

ВЛИЯНИЕ ВЫСОКИХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ПИЩЕВОГО КРАСИТЕЛЯ АННАТО НА ПЛОДОВИТОСТЬ F1 ЛИНИИ BERLIN *DROSOPHILA MELANOGASTER*

Актуальность. Пищевые красители – класс пищевых добавок, предназначенных исключительно для окрашивания пищевых продуктов и тем самым придания им заданных органолептических свойств. Среди пищевых красителей выделяют натуральные и синтетические. Натуральные красители, как правило, не обладают токсичностью, но для некоторых из них установлены допустимые суточные дозы. Некоторые натуральные пищевые красители или их смеси и композиции обладают биологической активностью, повышают пищевую ценность окрашиваемого продукта [1]. Пищевая добавка E160b (экстракт аннато) – краситель растительного происхождения [2]. Ее получают из семян дерева бикса аннатовая (лат. *Bixa orellana*), которое растет в тропических и субтропических лесах. В качестве исходного материала для красителя E160b используют красноватый околоплодник, окружающий семена растения. Добавку E160b производят путем измельчения семян или их кипячения в масле или воде [3]. Экстракты аннато, как и другие каротиноиды, богаты антиоксидантами и токоференолами. По своей структуре и функциям в организме они являются схожими с витамином E. Каротиноиды, которые входят в состав красителя аннато, обладают противовоспалительными и антиоксидантными свойствами. Краситель находит применение при производстве маргарина, сдобных хлебобулочных и мучных кондитерских изделий, ликеров и крепленых напитков, десертов, копченой рыбы, сыров, декоративных изделий

и съедобных оболочек для сыра, сухих завтраков из зерновых. Несмотря на то, что пищевая добавка E160b – натуральный краситель, есть исследования, подтверждающие, что она вызывает пищевую аллергию [4].

Цель исследования – проанализировать влияние высоких концентраций пищевого красителя аннато на плодовитость и соотношение полов F1 линии Berlin *Drosophila melanogaster*.

Материалы и методы. Для постановки эксперимента использовалась линия Berlin *D. melanogaster* из коллекции кафедры зоологии и генетики БрГУ имени А. С. Пушкина. Линия Berlin относится к дикому типу. Мухи содержались на стандартной среде при температуре 23 °С. Для оценки биологического действия пищевого красителя аннато на плодовитость линии дрозофилы использовались четыре варианта опыта: контроль, концентрация действующего вещества 2,5 г/л, 5 г/л и 10 г/л. Действующее вещество добавлялось в питательную среду дрозофилы. Мухи проходили полный цикл развития в течение двух поколений на среде, содержащей пищевой краситель аннато. Плодовитость мух при различных вариантах воздействия оценивали у поколения F1 по количеству вышедших имаго от двух пар мух, при этом проводился полный учет численности мух ежедневно в течение 14 суток. При оценке плодовитости производили учет соотношения самок и самцов.

Результаты исследований. Анализ плодовитости F1 лабораторной линии Berlin *D. melanogaster* при культивировании на средах, содержащих заданные концентрации пищевого красителя аннато, позволил выявить некоторые особенности (рисунок 1).

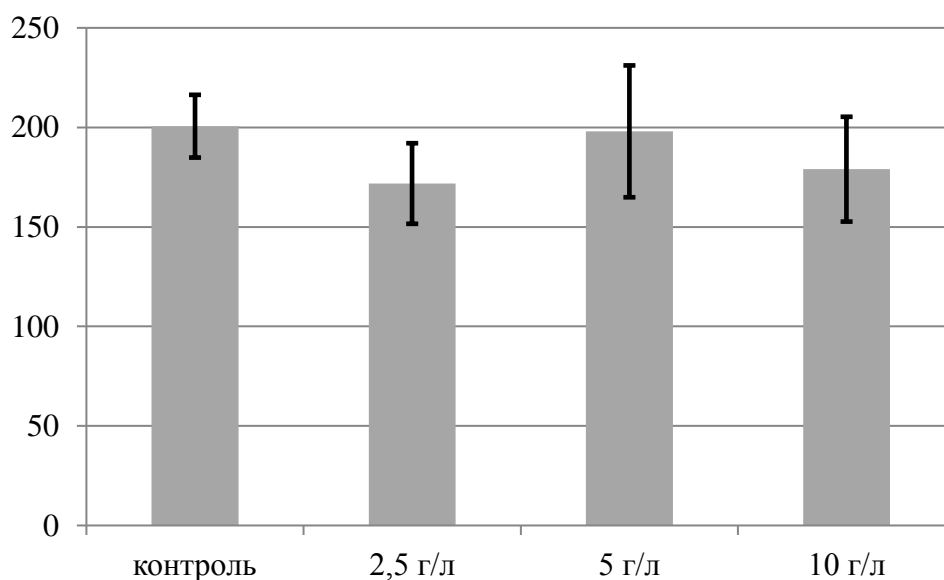


Рисунок 1 – Плодовитость F1 линии Berlin *Drosophila melanogaster*

Пищевой краситель аннато в заданных концентрациях не приводит к изменению численности особей F1 линии Berlin *D. melanogaster* при всех вариантах воздействия.

Сравнительный анализ численности самок при различных вариантах воздействия высокими концентрациями пищевого красителя аннато (рисунок 2) позволил установить, что статистически достоверного изменения численности особей самок не наблюдается. При сравнении численности самцов, находящихся в условиях воздействия различных концентраций красителя аннато, выявляется сходная картина (рисунок 2).

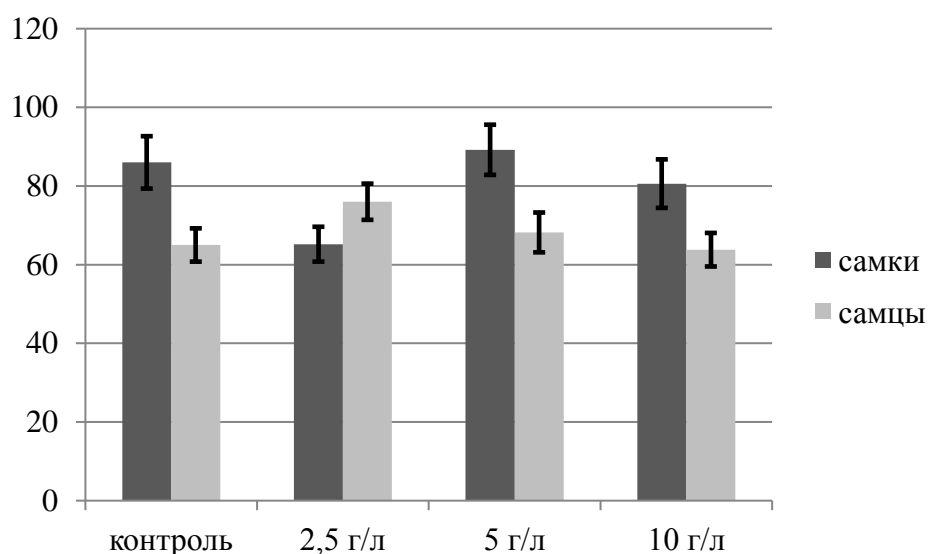


Рисунок 2 – Численность самок и самцов F1 линии Berlin *Drosophila melanogaster*

При анализе соотношения количества самцов и самок не зафиксировано статистически достоверного изменения соотношения полов, однако необходимо отметить, что в контрольном варианте численность самок преобладает над численностью самцов, что подтверждается статистически. Воздействие концентрациями красителя аннато приводит к нормализации соотношения самок и самцов согласно ожидаемому 1:1.

Заключение. Установлено, что воздействие высокими концентрациями пищевого красителя аннато 2,5 г/л, 5 г/л и 10 г/л в течение одного поколения не приводит к изменению численности и соотношения полов F1 культуры линии Berlin *D. melanogaster*.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пищевые красители [Электронный ресурс] // Википедия. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/?curid=1317741&oldid=105859952>. – Дата доступа: 17.04.2021.

2. Болотов, В. М. Пищевые красители: классификация, свойства, анализ, применение / В. М. Болотов, А. П. Нечаев, Л. А. Сарафанова. – СПб. : ГИОРД, 2008. – 240 с.

3. E160b – Аннато экстракты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dobavkam.net/additives/e160b>. – Дата доступа: 17.04.2021.

4. Иванов, С. В. Е-добавки, их негативное влияние на организм / С. В. Иванов, В. В. Баранов // Вестн. науки и образования. – 2019. – № 7. – С. 62–66.

К содержанию

УДК 628.01

Р. ДИНМУХАММЕДОВ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. Ф. Ковалевич, старший преподаватель

ВЛИЯНИЕ ВЫСОКИХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ПИЩЕВОГО КРАСИТЕЛЯ КАРМИНА НА ПЛОДОВИТОСТЬ F1 ЛИНИИ BERLIN *DROSOPHILA MELANOGASTER*

Актуальность. Основной группой веществ, определяющих внешний вид продуктов питания, являются пищевые красители. Для окраски пищевых продуктов используют натуральные или синтетические красители. Кармин – красный краситель, получаемый из карминовой кислоты, производимой самками насекомых кошенили, червецов вида *Dactylopius coccus*, обитающих на кактусах, которые произрастают в Южной Америке, Африке [1, с. 2]. Наиболее богаты кармином самки кошенили, содержащие до 3 % красителя. Кармин зарегистрирован в качестве пищевой добавки E120. Основным красящим веществом красного пищевого красителя кармина E120 является карминовая кислота [2, с. 30]. Дневная норма до 5 мг на 1 кг веса [3, с. 2]. Краситель устойчив к нагреванию, действию кислорода воздуха, свету [2, с. 24]. Область применения красителя кармина – мясоперерабатывающая, молочная, кондитерская, рыбоперерабатывающая промышленность, алкогольные и безалкогольные напитки. Содержание красителя в различных продуктах составляет 0,05–10,00 г/кг [3, с. 2]. В последнее время кармин в значительных количествах получают синтетическим путем [2, с. 24]. Кармин считается безвредной добавкой, т. к. побочных действий при концентрациях, используемых в пищевой промышленности, не обнаружено. В редких случаях добавка E120 может вызывать аллергические реакции при контакте с кожей [4].

Цель исследования – проанализировать биологическое действие высоких концентраций пищевого красителя кармина на плодовитость F1 линии Berlin *Drosophila melanogaster*.

Материалы и методы. Для постановки эксперимента использовалась линия Berlin *D. melanogaster* из коллекции кафедры зоологии и генетики БрГУ имени А. С. Пушкина. Это дикая линия, все гены нормальные. Мухи содержались на сахардрожжевой среде при температуре 23 °С. Для оценки биологического действия пищевого красителя кармина на плодовитость F1 линии Berlin *D. melanogaster* использовались четыре варианта опыта: контроль, концентрация действующего вещества 2,5 г/л, 5 г/л и 10 г/л. Действующее вещество добавлялось в питательную среду дрозофилы. Плодовитость мух при различных вариантах воздействия оценивали у поколения F1 по количеству вышедших имаго от двух пар мух, при этом проводился полный учет численности мух. Подсчет мух проводился ежедневно в течение 12 суток. При оценке плодовитости учитывали соотношение полов.

Результаты исследований. Анализ плодовитости F1 лабораторной линии Berlin *D. melanogaster* при культивировании на средах, содержащих заданные концентрации пищевого красителя кармина, позволил выявить некоторые особенности (рисунок 1).

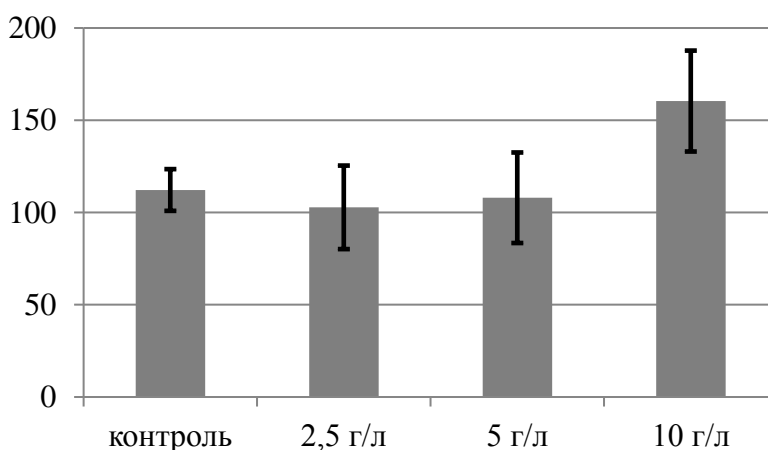


Рисунок 1 – Плодовитость F1 линии Berlin *D. melanogaster* при воздействии высоких концентраций пищевого красителя кармина

Пищевой краситель кармин в заданных концентрациях не приводит к изменению численности особей F1 линии Berlin *D. melanogaster* при всех вариантах воздействия. Для данного красителя в концентрации 10 г/л выявлена тенденция к росту общей численности по отношению к контролю и к варианту воздействия концентрации 2,5 г/л.

Сравнительный анализ численности самок при различных вариантах воздействия пищевого красителя кармина (рисунок 2) позволил установить

отсутствие достоверного изменения их численности. Для самцов выявлена тенденция увеличения численности F1 при воздействии концентрации 10 г/л по сравнению с контролем и вариантом 2,5 г/л.

При анализе соотношения количества самцов и самок не зафиксировано статистически достоверного изменения соотношения полов, только в контрольном варианте наблюдается отклонение от соотношения 1:1 в сторону увеличения количества самок.

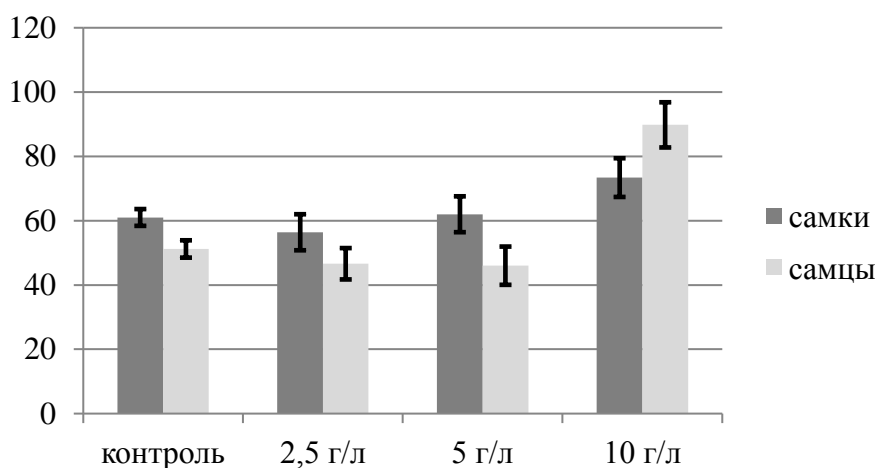


Рисунок 2 – Численность самок и самцов F1 линии Berlin *Drosophila melanogaster*

Воздействие высокими концентрациями красителя кармина приводит к нормализации соотношения самок и самцов (1:1).

Заключение. Установлено, что воздействие высокими концентрациями пищевого красителя кармина 2,5 г/л, 5 г/л и 10 г/л в течение одного поколения не приводит к изменению численности и соотношения полов F1 культуры линии Berlin *D. melanogaster*.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пацовский, А. П. Исследование пищевых продуктов с красителями животного происхождения / А. П. Пацовский // Технологии техносферной безопасности : интернет-журнал. – 2016. – № 2. – С. 1–5.
2. Колотова, Н. А. Товароведение пищевых и биологически активных добавок : крат. курс лекций для студентов IV курса направления подготовки 38.03.07 «Товароведение» / Н. А. Колотова ; ФГБОУ УВО «Саратов. ГАУ». – Саратов, 2017. – 67 с.
3. Рудометова, Н. В. Определение красящих веществ в пищевых добавках, содержащих краситель кармины e120, с использованием спектрофотометрического и хроматографических методов / Н. В. Рудометова,

И. С. Ким, К. В. Курилов // Науч. журн. НИУ ИТМО. Сер. «Процессы и аппараты пищевых производств». – 2020. – № 2. – С. 29–40.

4. E120 – Кармины [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dobavkam.net/additives/e120>. – Дата доступа: 17.04.2021.

К содержанию

УДК 628.01

И. А. ЕВДОКИМОВ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. С. Ступень, канд. техн. наук, доцент

МОНИТОРИНГ КОЛИЧЕСТВА ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ СТЕКЛА НА КПУП «БРЕСТСКИЙ МУСОРОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИЙ ЗАВОД» ЗА 2018–2021 ГГ.

Актуальность. Утилизация и вторичная переработка стекла являются важным направлением всей отрасли работы с отходами производства и жизнедеятельности человека. Стеклобой – это аморфный силикатный материал антропогенного происхождения, наиболее трудно утилизируемый вид отходов. Стеклобой наносит серьезный ущерб экологии, но также является ценным минеральным материалом. В твердых бытовых отходах (ТБО) на долю стеклобоя приходится около 15 %.

Наиболее выгодным для производства, безопасным для здоровья человека, для природы и окружающей среды является метод вторичной переработки бытовых и промышленных отходов. Современные принципы утилизации стекла основаны на использовании его в качестве добавки в технологических процессах с учетом тех свойства стекла, которые близки к свойствам заменяемого продукта [1].

Наиболее перспективным направлением использования отходов стекла является рассмотрение его как самостоятельного вида сырья, что позволит создавать новые технологии на основе комплексного исследования свойств сырья и получения качественных и востребованных материалов с комплексом заданных свойств. Исследования специалистов стран Европейского экономического сообщества показали, что каждая тонна использованного стеклобоя позволяет экономить 1,2 т первичного сырья, а увеличение количества стеклобоя в шихте на каждые 10 % экономит 2 % энергии. Переработка стеклянной бутылки экономит столько электричества, сколько необходимо для работы 100 Вт лампы накаливания в течение 4 часов. Стекло может использоваться неограниченное количество раз.

Стеклянные отходы переплавляются на новые банки и бутылки. Стеклянный бой используется для производства строительных материалов [2].

Цель – анализ динамики изменения количества отходов стекла, принятых на сортировку и переработку на КПУП «Брестский мусороперерабатывающий завод» за период 2018–2021 гг.

Материалы и методы исследования. В процессе исследования применялись общие методы исследования: сравнительный анализ отчетности, сравнение, описание, статистическая обработка данных КПУП «Брестский мусороперерабатывающий завод» по количеству отходов стекла, принятых на сортировку и переработку за период 2018–2021 гг.

Результаты исследований. Важной задачей перед мусороперерабатывающим заводом является минимизация объемов отходов, захораниваемых на полигоне. Вторичные материальные ресурсы (ВМР) – это отходы, которые после сбора могут быть использованы в качестве вторичного сырья. Переработка вторичных материальных ресурсов имеет следующие положительные аспекты: сокращаются затраты на захоронение бытовых отходов, решаются проблемы с количеством отходов на полигоне, промышленность обеспечивается дешевым сырьем.

Установление класса опасности отходов осуществляется на основании определения опасных для окружающей среды, здоровья граждан свойств отходов. Отходы стекла относятся к неопасным видам отходов [3].

Раздельный сбор вторичных материальных ресурсов осуществляется с помощью специально установленных контейнеров для раздельного сбора ВМР с их последующей дополнительной сортировкой на линиях сортировки. Отходы стекла, поступившие на КПУП «Брестский мусороперерабатывающий завод», разделяются на фракции в ходе сложного многоступенчатого процесса, операция производится вручную сотрудниками. Отобранное в сортировочных кабинах сырье по мере накопления транспортируется на перерабатывающие предприятия. В целях увеличения объемов собираемого вторсырья на заводе организована работа приемных пунктов сбора и переработки ВМР (два стационарных и четыре передвижных).

В таблице приведены данные по количеству отсортированных отходов стекла на КПУП «Брестский мусороперерабатывающий завод» за период 2018–2021 гг.

Таблица – Количество отходов стекла, принятых на сортировку

Год	Отсортировано отходов стекла, т
2018	292,3
2019	327,5
2020	342,3
2021	363,7

Анализ данных по количеству отходов стекла, принятых на сортировку за период 2018–2021 гг., представлен в виде диаграммы на рисунке.

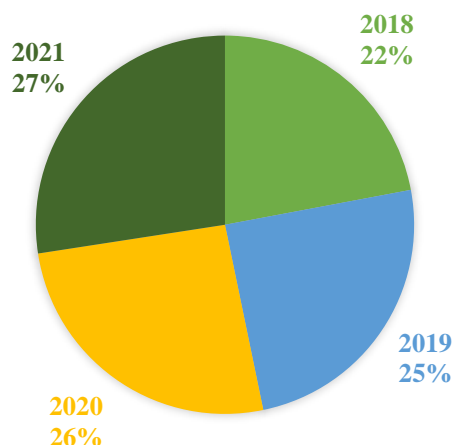


Рисунок – Количество отходов стекла, принятых на сортировку в 2018–2021 гг.

Согласно анализируемым данным, количество отходов стекла, принятых на сортировку на КПУП «Брестский мусороперерабатывающий завод», имеет тенденцию к увеличению. За период 2018–2021 гг. количество отсортированных отходов увеличивается на 26 %.

Заключение. Основываясь на полученных данных, можно сделать следующие выводы:

1. Проанализированы данные КПУП «БМПЗ» по количеству отходов боя стекла, принятых на сортировку и переработку за период 2018–2021 гг.

2. Наблюдается динамика роста количества переработанных отходов стекла за период 2018–2021 гг., причинами таких изменений является проводимая экологическая пропаганда среди населения, возросшая экологическая сознательность, а также увеличение раздельного сбора определенных видов вторичных материальных ресурсов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Проблема утилизации стеклобоя [Электронный ресурс] // Студенческий научный форум. – 2014. – Режим доступа: <https://scienceforum.ru/-2014/article/20140046091>. – Дата доступа: 04.03.2022.

2. Вторичные материальные ресурсы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bmpz.by/razdelyajte-otxody//>. – Дата доступа: 04.03.2022.

3. Санитарные нормы и правила [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mshp.gov.by/documents/technical-acts/e123f1f23d4b3978.html>. – Дата доступа: 04.03.2022.

К содержанию

А. А. ЕФИМОВА

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

Научный руководитель – Т. А. Селевич, канд. биол. наук, доцент

СОСУДИСТЫЕ РАСТЕНИЯ Р. ПИНЫ И ЕЕ СТАРИЦЫ В ЧЕРТЕ Г. ПИНСКА

Актуальность. Одной из актуальных проблем нашего времени является проблема сохранения биологического разнообразия. Известно, что на территории Беларуси насчитывается около 20 900 рек и 18 000 ручьев, суммарная длина которых составляет 90 600 км, поэтому степень изученности их растительного покрова остается низкой. Помимо выявления фиторазнообразия, исследование растений и растительности рек, особенно малых, позволяет оценить их экологическое состояние.

Цель – выполнить экологический анализ видового состава сосудистых растений р. Пины и ее старицы в черте г. Пинска Брестской области.

Материалы и методы. Материалом для исследований послужили сосудистые растения, произраставшие в р. Пине на участке, прилегающем к улицам Космонавтов, Лодочной, Переборной, набережной имени И. М. Киевца, и в ее старице, расположенной на левобережье реки в 80 м на север от русла. По нашим наблюдениям, даже в межень старица соединяется с руслом реки мелководной узкой протокой.

Флористические исследования проводили в июле-августе 2020-го и 2021 гг. маршрутным методом. Для определения растений использовали определитель высших растений Беларуси [1]. Экологический анализ видового состава растений проводили с учетом методического подхода В. Г. Папченкова [2], согласно которому выделяли виды водной составляющей (гидрофиты, гелофиты и гигрогелофиты) и околоводные виды (гигрофиты, гигромезо- и мезофиты).

Результаты исследований. При исследовании реки и старицы был выявлен 51 вид сосудистых растений. Все они относятся к двум отделам – Polypodiophyta и Magnoliophyta, трем классам, 28 семействам, 46 родам. Отдел Polypodiophyta представлен одним видом *Salvinia natans* L.; отдел Magnoliophyta насчитывает 50 видов из 45 родов и 27 семейств, при этом к классу Magnoliopsida относятся 30 видов из 27 родов и 18 семейств, к классу Liliopsida – 20 видов из 18 родов и 9 семейств.

Таблица 1 содержит результаты распределения видов растений р. Пины и ее старицы по экологическим группам. Видно, что количество видов в старице (28) заметно меньше по сравнению с руслом реки (39),

т. е. в 1,4 раза. Почти во всех экологических группах наблюдается обеднение видового состава растений в старице по сравнению с рекой, особенно в группах прибрежно-водных растений – гелофитов и гигрогелофитов. И только настоящие водные растения (гидрофиты) в старице представлены даже несколько большим числом видов, чем в реке. Коэффициент видового сходства Жаккара для реки и ее старицы составил всего лишь 0,31, т. е. видовое сходство низкое. Сравнение видового состава по отдельным экологическим группам показало, что самое высокое видовое сходство характерно для группы гидрофитов (коэффициент Жаккара 0,50), что и следовало ожидать, поскольку именно водная среда как бы унифицирует условия жизни растений.

Таблица 1 – Количественное распределение видов растений р. Пины и ее старицы по экологическим группам

Экологическая группа	Число видов				Число общих видов	Коэффициент Жаккара*
	Река		Старица			
	п	в %	п	в %		
Гидрофиты	8	20,5	10	35,7	6	0,50
Гелофиты	4	10,3	1	3,6	1	0,25
Гигрогелофиты	5	12,8	2	7,1	1	0,16
Гигрофиты	12	30,8	8	28,6	5	0,33
Гигромезо- и мезофиты	10	20,6	7	25,0	3	0,21
Всего	39	100	28	100	16	0,31

Примечание – * – приводится оценка сходства видового состава по Жаккару для каждой группы и для полных списков.

Сопоставим спектры гидроморф для реки и старицы (таблица 1). Если в реке наибольшую долю от общего числа видов составляют гигрофиты (30,8 %), а вторую позицию занимают гидрофиты (20,5 %) наравне с гигро-, мезо- и мезофитами (20,6 %), то в старице на первое место по числу видов выдвигаются гидрофиты (35,7 %) как бы в ущерб гелофитам и гигрогелофитам, доли которых заметно ниже, чем в реке. Мы объясняем этот факт тем, что единственный гелофит в старице *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. разрастается на мелководье и берегам настолько массово, что подавляет развитие не только других гелофитов, но и гигрогелофитов.

В таблице 2 более детально рассмотрен видовой состав группы «гидрофиты» с подразделением ее на «гидатофиты» (виды, тело которых погружено в воду) и «плейстофиты», фотосинтезирующие органы которых плавают на поверхности воды, с указанием их относительного обилия в реке и в старице. Видно, что все речные виды гидатофитов встречаются

и в старице, где к ним добавляются еще два вида, что может быть связано с более высокой прозрачностью воды в старице. Более избирательно распределяются плейстофиты: одни из них являются реофитами и предпочитают жить в реке, другие – в старице. В целом доля гидатофитов среди гидрофитов несколько выше в старице.

Таблица 2 – Виды настоящих водных растений р. Пины и ее старицы с подразделением на гидатофиты и плейстофиты

Экологическая подгруппа	Вид	Относительное обилие	
		Река	Старица
Гидатофиты	<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	+	+
Гидатофиты	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	–	+
Гидатофиты	<i>Elodea canadensis</i> Michx.	++	+
Гидатофиты	<i>Elodea nuttallii</i> (Planch.) H.St. John	–	+
Гидатофиты	<i>Potamogeton perfoliatus</i> L.	++	+++
Гидатофиты	<i>Lemna trisulca</i> L.	+	++
Плейстофиты	<i>Salvinia natans</i> L.	++	+
Плейстофиты	<i>Nymphaea candida</i> J. Presl & C. Presl	–	+
Плейстофиты	<i>Nuphar lutea</i> L.	++	–
Плейстофиты	<i>Hydrocharis morsus-ranae</i> L.	–	+
Плейстофиты	<i>Spirodela polyrhiza</i> (L.) Schleid.	++	–
Плейстофиты	<i>Lemna minor</i> L.	+++	+++
Всего		8	10
Примечание – Относительное обилие каждого вида выражено через разное число знаков «+», отсутствие вида обозначено знаком «–».			

Заключение. Видовой состав сосудистых растений старицы р. Пины в целом беднее, чем набор видов в самой реке, однако видовое богатство настоящих водных растений в старице не уступает таковому в реке или даже превосходит его.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Определитель высших растений Беларуси / под ред. В. И. Парфенова. – Минск : Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.
2. Папченков, В. Г. Закономерности зарастания водотоков и водоемов Среднего Поволжья : дис. ... д-ра биол. наук : 03.00.16 / В. Г. Папченков. – СПб., 1999. – 578 л.

К содержанию

М. А. ЖЕЛУДОВ

Гродно, ГГАУ

Научный руководитель – Н. И. Зверинская, старший преподаватель

**НАРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННОЕ И ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЕ
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЧИСТОТЕЛА БОЛЬШОГО (*CHELIDONIUM
MAJUS* СЕМЕЙСТВО МАКОВЫЕ – *PAPAVERACEAE*)**

Актуальность. Дикорастущие лекарственные растения являются элементами естественного растительного покрова и подчиняются закономерностям его развития.

Несмотря на бурное развитие фармацевтической химии и создание новых высокоэффективных синтетических лекарственных препаратов, лекарственные растения продолжают занимать видное место в арсенале лечебных средств. Важным фактором при заготовке лекарственного растительного сырья является место сбора, период вегетации, климатические условия и т. д., которые влияют на содержание и состав лечебных свойств.

Цель исследования – анализ народно-хозяйственного использования чистотела большого.

Материалы и методы – обзор и анализ литературных источников, статей, публикаций и методов изучения лекарственных растений.

Результаты исследований. В настоящее время много любителей-садоводов интересуются выращиванием лекарственных растений. Дикорастущие лекарственные растения можно легко вырастить на своем участке. Впоследствии их используют как лекарственные средства [3, с. 21]. При строгом соблюдении правил сбора, сушки, а также хранения сырья, полученного с возделываемых растений (если сырье собирать в те сроки, когда в нем содержится максимум действующих веществ; если заготавливать здоровые, нормально развитые растения), можно достичь существенного эффекта от применения лекарственного сырья [5, с. 18].

Среди лекарственных растений широкую известность получил чистотел большой (*Chelidonium majus*). Является многолетним травянистым растением с коротким корневищем, от которого отрастают несколько корней и отходят один или несколько стеблей.

Чистотел не требователен к почвенно-климатическим условиям, однако хорошо растет и обеспечивает высокую производительность на плодородных и увлажненных грунтах.

Трава чистотела признана официальным лекарственным сырьем в Беларуси, Украине, России, Польше, Германии, Франции и в других странах Европы, а также США и Японии. Она обладает разносторонней фармакологической активностью, обусловленной присутствием ряда природных соединений (флавоноидов, сапонинов, витаминов), а также алкалоидов, главным образом хелидонина, сангвинарина, берберины. При этом каждая группа алкалоидов оказывает различное действие на организм человека. Например, хелидонин проявляет выраженное болеутоляющее, спазмолитическое, успокаивающее действие, сходное по силе с папаверином и морфином. Характер действия препаратов чистотела (настоя, отвара, экстракта) будет отличаться от того, какая группа алкалоидов преобладает [2, с. 48].

Народно-хозяйственное значение алкалоидов растений очень велико. Многие алкалоиды широко применяются в медицине, ветеринарии, сельском хозяйстве, в некоторых отраслях промышленности. Особенно велико значение алкалоидов в медицине, и в течение длительного периода они были одними из основных лекарств. Алкалоиды оказывают сильное физиологическое действие на организм и применяются для лечения различных заболеваний [4, с. 15].

В медицине настоей травы чистотела рекомендуется в качестве желчегонного, мочегонного, слабительного и болеутоляющего средства. Мазью и соком травы лечили экземы, лишай, папилломы и бородавки. Галеновые препараты в гомеопатии назначают в качестве желчегонного, спазмолитического, болеутоляющего, бактерицидного и противоракового средства.

В народной медицине чистотел используют в качестве противоракового средства. Растение задерживает рост некоторых злокачественных опухолей, успокаивает боли, заживляет раны, сводит бородавки, снимает судороги и спазмы, увеличивает выделение мочи и желчи, обладает слабительным и бактерицидным действием. Наружно отвар травы в виде ванн, обмываний и примочек применяют при кожных сыпях, угрях, лишаях, золотухе, фурункулезе и язвах. Порошок из листьев прикладывают к незаживающим ранам [1, с. 18].

Фармакопея предлагает широкий ассортимент изготовления чистотела в различных доступных для использования и применения формах (трава, эликсир, масляный раствор, капсулы, гранулы, таблетки, порошок и др.).

Заключение. Чистотел большой – издавна известное лекарственное растение. Трава его обладает обширным спектром фармакологической активности и применяется для лечения многих заболеваний. Культивирование чистотела, несомненно, предпочтительней, чем его сбор, т. к. оно позволяет максимально стандартизировать сырье (трава, корень), а также получать сырье с высоким содержанием алкалоидов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бузук, Г. Н. Определение четвертичных алкалоидов / Г. Н. Бузук, М. Я. Ловкова, А. А. Булатова // Новые методы практической биохимии : сб. ст. – М. : Наука, 1988. – С. 137–140.
2. Зузук, Б. М. Чистотел большой *Chelidonium majus* L. : аналит. обзор / Б. М. Зузук, Р. В. Куцик, И. О. Федяк // Провизор. – 2006. – № 8. – С. 38–41.
3. Садритдинов, Ф. С. Фармакология растительных алкалоидов и их применение в медицине / Ф. С. Садритдинов, А. Г. Курмуков. – Ташкент : Медицина, 1980. – 311 с.
4. Соколов, С. Я. Справочник по лекарственным растениям / С. Я. Соколов, И. П. Замотаев. – Харьков : Основа, 1993. – 438 с.
5. Бекетовский, Д. И. Важнейшие лекарственные растения и их применение : справочник / Д. И. Бекетовский, А. В. Соколов, Н. Н. Нестеров. – Томск : Медицина, 1990. – 44 с.

К содержанию

УДК 504.75

А. П. ЖИЛКО

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

Научный руководитель – Т. П. Марчик, канд. биол. наук, доцент

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА МЕТОДОМ ЛИХЕНОИНДИКАЦИИ

Актуальность. Человечество постоянно развивается и не стоит на месте. Рост численности населения приводит к росту городов, к развитию промышленности. В биосферу постоянно поступает довольно большое количество вредных отходов. Из-за этого увеличивается антропогенная нагрузка на окружающую среду. Важной задачей становится изучение методов контроля состояния окружающей среды. Одним из качественных методов изучения степени загрязнения окружающей среды промышленными объектами является лишеноиндикация.

Лишайники являются традиционным объектом экологического мониторинга и биоиндикации химического загрязнения. Они чувствительны к целому комплексу загрязняющих веществ. Обладая высокой аккумуляционной способностью, лишайники позволяют обнаруживать присутствие самых малых количеств поллютантов [1].

Лишайники напрямую показывают зависимость между загрязнением атмосферы и сокращением их численности. Чем ближе к источнику загрязнения, тем более заметно изменяются слоевища лишайников. Они

становятся толстыми, утрачивают плодовые тела, обильно покрываются соредиями. Если антропогенное воздействие на тело лишайника происходит длительное время, то изменяется цвет лопастей лишайников, а их талломы сморщиваются и погибают. Широкое распространение и доступность лишайников делают их незаменимыми при проведении биомониторинговых исследований. Данный метод является высокоинформативным, а также не требует больших материальных затрат и сложного оборудования.

Цель – оценка загрязнения атмосферного воздуха методом лишайноиндикации.

Материалы и методы исследования. Для обнаружения антропогенного воздействия были выбраны участки (20×20 м²) с разной техногенной нагрузкой. Описание растительности производилось в вегетационные сезоны согласно методическим приемам и подходам, принятым в фитоценологии и широко используемым при проведении геоботанических исследований [2].

Исследование проводилось на пришкольной территории ГУО «Средняя школа № 7 г. Гродно», расположенной по адресу ул. Курчатова, 7. На участке территории учреждения образования имеются следующие растительные объекты: яблоневый сад, сад хвойных растений, вертикальное озеленение, клумбы с однолетними и многолетними растениями, каштановый сад, «дикий луг». На пришкольном участке лиственных пород деревьев и кустарников – 20 видов, многолетних травянистых цветочно-декоративных растений – 70 видов, однолетних травянистых цветочно-декоративных растений – 13 видов, хвойных пород деревьев и кустарников – 11 видов, цветущих кустарников – 5 видов.

Изучался растительный мир пришкольной территории: особенности произрастания растительных организмов, особенности их строения, приспособляемость к условиям обитания. Установлено произрастание таких видов дикорастущих травянистых растений, как вероника дубравная (*Veronica chamaedrys*), ромашка аптечная (*Matricaria chamomilla*), звездчатка ланцетолистная (*Stellaria holostea*), тысячелистник (*Achillea millefolium*), одуванчик лекарственный (*Taraxacum*), пастушья сумка обыкновенная (*Capsella bursa-pastoris*), клевер луговой (*Trifolium pratense*), ежа сборная (*Dactylis glomerata*), лютик едкий (*Ranunculus acris*), подорожник большой (*Plantago major*). Установлено большое разнообразие деревьев и кустарников: ива белая (*Salix alba*), береза повислая (*Betula pendula*), дуб черешчатый (*Quercus robur*), ель европейская (*Picea abies*), липа сердцелистная (*Tilia cordata*), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia*), тополь дрожащий (*Populus tremula*), ель канадская (*Picea glauca*), каштан конский (*Aesculus hippocastanum*), кизильник блестящий (*Cotoneaster lucidus*), кипарисовик Лавсона (*Chamaecyparis lawsoniana*), можжевельник казацкий

(*Juniperus sabina*), туювик поникающий (*Thujaopsis dolabrata*), туя восточная (*Thuja orientalis*), туя западная (*Thuja occidentalis*) и др. [3].

При изучении загрязнения атмосферного воздуха на пришкольной территории пользовались методом лишеноиндикации. Обследовали стволы деревьев и кустарников на наличие лишайников. Учетная площадка ограничивалась на стволе рамкой (10×10 см) с изображением ячеек 5×5 мм. На учетной площади фиксировали встречаемые виды лишайников и процент от общей площади рамки, занимаемый каждым растущим видом. При оценке загрязнения атмосферного воздуха использовали данные таблицы и формулу [4] $OЧА = \frac{H + 2L + 3K}{30}$, где ОЧА – относительная чистота атмосферы, H – число накипных лишайников, L – листоватых, K – кустистых. Чем выше показатель ОЧА (ближе к единице), тем чище воздух местообитания.

Таблица – Оценка частоты встречаемости и степени покрытия лишайниками субстрата

Частота встречаемости		Степень покрытия		Балл
Очень редко	Менее 5 %	Очень низкая	Менее 5 %	1
Редко	5–20 %	Низкая	5–20 %	2
Редко	20–40 %	Средняя	20–40 %	3
Часто	40–60 %	Высокая	40–60 %	4
Очень часто	60–100 %	Очень высокая	60–100 %	5

Результаты исследований. Определив видовой состав лишайников на исследуемой территории, посчитали процент от общей площади рамки каждого растущего вида. Была проведена оценка частоты встречаемости и степени покрытия субстрата накипными, листоватыми и кустистыми лишайниками по таблице.

В результате на исследуемых участках самое большое количество лишайников было представлено накипными формами (количество видов и степень покрытия), листоватых видов обнаружено небольшое количество. Кустистых форм лишайников обнаружено не было.

Коэффициент относительной чистоты воздуха на пришкольной территории ГУО «Средняя школа № 7 г. Гродно» составил от 0,54, что говорит о достаточно чистом атмосферном воздухе на пришкольной территории. Степень озеленения территории достаточно большая, рядом находится сквер Памяти воинов-афганцев с достаточно большим разнообразием видов деревьев и кустарников, что также благоприятно влияет на атмосферный воздух пришкольной территории. Гродно является индустриальным городом, где сосредоточено большое количество предприятий, оказывающих негативное влияние на экологическую ситуацию городских территорий.

Именно поэтому показатель ОЧА меньше единицы. Наличие вблизи автомобильных дорог также оказывает влияние на этот показатель.

Заключение. Частота встречаемости и степень покрытия субстрата на исследуемой территории у накипных и листоватых форм лишайников высокая. Кустистые лишайники на исследуемом участке не обнаружены. Рассчитанный на основании вышеуказанных показателей коэффициент относительной чистоты воздуха 0,54. Загрязнение атмосферного воздуха на пришкольной территории ГУО «Средняя школа № 7 г. Гродно» связано с работой промышленных предприятий города и работой автотранспорта, на долю которого приходится почти 90 % от суммарных выбросов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балясников, И. А. Биоиндикационные основы экоконтроля состояния сред обитания при утилизации химического оружия с применением лишенобиоты / И. А. Балясников, Т. А. Рудакова, Л. Н. Анищенко // Теорет. и приклад. экология. – 2015. – № 3. – С. 81–87.

2. Шмидт, В. М. Статистические методы в сравнительной флористике / В. М. Шмидт. – Л. : Изд-во Ленингр. ун-та, 1980. – 176 с.

3. Жилко, А. П. Почвенные беспозвоночные как биологические индикаторы состояния урбанизированной территории / А. П. Жилко // Экология. Человек. Общество : материалы XXII Междунар. науч.-практ. конф., Киев, 2021 г. / сост. Д. Е. Бенатов. – Киев : НТУУ «КПИ им. Игоря Сикорского», 2021.

4. Экологический мониторинг : учеб.-метод. пособие / под ред. Т. Я. Ашихминой. – М. : Акад. проект, 2006. – 416 с.

К содержанию

УДК 594.382

К. С. ЖЛОБА

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

Научный руководитель – Е. И. Гляковская, канд. биол. наук

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАЗЕМНЫХ МОЛЛЮСКОВ В БИОТОПАХ Г. ГРОДНО И Г. СВЕТЛОГОРСКА

Актуальность. Моллюски (*Gastropoda: Stylommatophora*) являются неотъемлемым компонентом наземных экосистем Беларуси [1, с. 27], однако сведения об их видовом составе, численности и экологических особенностях на территории отдельных регионов страны достаточно фрагмен-

тарны [2, с. 1]. Особенности биологии и экологии некоторых видов слизней остаются до сих пор не изученными, что объясняется трудностью их идентификации. Распространение наземных моллюсков зависит от степени увлажненности местообитания, достаточного количества и качества пищи, наличия соединений кальция, необходимых для построения раковины [2, с. 31]. Все эти черты образа жизни делает их удобными объектами при изучении ряда вопросов общей экологии, один из которых – определение особенностей распределения наземных моллюсков в биотопах разного типа. Исходя из вышесказанного, целенаправленные исследования биологии и экологии наземных моллюсков являются актуальными.

Цель исследования – выявление экологических особенностей распределения наземных моллюсков в биотопах г. Гродно и г. Светлогорска.

Материалы и методы. Исследования проводились в полевой сезон 2021 г., с июня по август. Для сбора наземных моллюсков выбрали примерно однотипные биотопы в Гродно (Б1 – парк Жилибера, Б2 – окрестности р. Неман, Б3 – черта города, около жилых домов вдоль ул. Лермонтова и дороги) и Светлогорске (Б4 – парк, Б5 – окрестности р. Березины, Б6 – черта города, около жилых домов вдоль ул. Калинина и дороги). Сбор моллюсков проводили ручным способом, осматривая заросли кустарников, подстилку, отдельные травянистые растения и конструкции (заборы, фундаменты здания и т. д.). Крупных наземных улиток помещали в пластиковые контейнеры отдельно от мелких, а для сбора слизней использовали пробирки. Каждый контейнер и пробирку снабжали этикеткой и при необходимости вместе с моллюском собирали фрагмент растения, на котором вид был обнаружен. Определение наземных моллюсков проводили в лабораторных условиях, используя определители [3] и онлайн-порталы [4].

Результаты исследований. По итогам выполненных исследований в биотопах г. Гродно и г. Светлогорска установлено обитание 301 экземпляра наземных моллюсков, принадлежащих к отряду *Stylommatophora*, трем надсемействам (*Helicoidea*, *Limacoidea*, *Succineidea*), трем семействам и восьми видам. Преобладают представители семейства *Agriolimacidae* (полевые слизни) (четыре вида, 50 % от общего числа видов), среди которых обнаружен инвазивный *Kryniockillus melanocephalus* (Kaleniczenko, 1851) (слизень полевой черноголовый) в числе 28 особей. Данный вид найден в Б3 (вдоль ул. Лермонтова) на территории г. Гродно. Из семейства *Helicidae* отмечено три вида: *Cepaea hortensis* (O. F. Müller, 1774), *Helix pomatia* (Linnaeus, 1758) и *Arianta arbustorum* (Linnaeus, 1758). Семейство *Succineidae* представлено единственным видом – *Succinea putris* (Linnaeus, 1758) (янтарка обыкновенная).

На основе анализа биотопической приуроченности, отношения к уровню влажности и трофической специализации определены следующие экологические группы наземных моллюсков (рисунок).



Рисунок – Распределение наземных моллюсков региона исследования по экологическим группам: биотопическим, по отношению к влажности, трофическим

Исходя из данных рисунка, преобладают наземные моллюски, приуроченные к лиственным древесным насаждениям (включая парки, скверы, сады) (*A. arbustorum*, *H. pomatia*, *C. hortensis*, *K. melanocephalus*). Отмечены два вида, обитающие на рудеральной растительности (*D. reticulatum*, *S. putris*). Среди обитателей берегов водоемов (*D. laeve*), лугов и полей (*D. agreste*) обнаружено по одному виду соответственно.

Среди наземных моллюсков региона исследования преобладают гигрофилы (пять видов, приуроченные к влажным местообитаниям: *A. arbustorum*, *D. agreste*, *D. laeve*, *D. reticulatum*, *K. melanocephalus*), в то время как мезофиллы представлены двумя видами (*C. hortensis*, *S. putris*) и один ксерофильный вид – *H. pomatia*. Фитофаги насчитывают четыре вида, среди которых три наземных улитки (*C. hortensis*, *H. pomatia*, *S. putris*) и сетчатый слизень (*D. reticulatum*). Отмечен полифаг (полевой слизень *D. agreste* в Бб), способный повреждать широкий спектр овощных, сельскохозяйственных и декоративных культур. Миксофаги насчитывают два вида (*A. arbustorum*, *K. melanocephalus*), а к сапрофагам принадлежит слизень гладкий (*D. laeve*).

Заключение. По результатам проведенных исследований выявлено обитание восьми видов наземных моллюсков (Gastropoda: Stylommatophora) из трех надсемейств и трех семейств. В регионе исследования в шести биотопах установлены следующие экологические особенности

распределения наземных моллюсков: преобладают гигрофильные (пять видов) фитофаги (четыре вида), приуроченные к листовым древесным насаждениям (четыре вида). В БЗ (черта г. Гродно вдоль ул. Лермонтова) обнаружено 28 экземпляров инвазивного чужеродного слизня *Krynickillus melanocephalus* (Kaleniczenko, 1851).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коцур, В. М. Видовой состав наземных моллюсков (Mollusca, Gastropoda) широколиственных лесов Белорусского Поозерья / В. М. Коцур, И. А. Солодовников // Вестн. БГУ. Сер. 2. – 2014. – № 3. – С. 27–32.

2. Земоглядчук, К. В. Наземные моллюски Беларуси: таксономический состав, зоогеографическая и экологическая структура : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.02.04 / К. В. Земоглядчук ; Науч.-практ. центр НАН Беларуси по биоресурсам. – Минск, 2016. – 19 с.

3. Стойко, Т. Г. Определитель наземных моллюсков лесостепи Правобережного Поволжья / Т. Г. Стойко, О. В. Булавкина. – М. : Товарищество науч. изд. КМК, 2010. – 96 с.

4. Моллюски Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mollusca-g2n.weebly.com>. – Дата доступа: 04.02.2022.

К содержанию

УДК 58.085

П. Ю. ИВАНОВСКАЯ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – С. М. Ленивко, канд. биол. наук, доцент

МОРФОГЕНЕЗ У ДВУХ ТИПОВ МИКРОПОБЕГОВ РОЗЫ НА ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕДАХ С РАЗЛИЧНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ 6-БЕНЗИЛАМИНОПУРИНА

Актуальность. В настоящее время активно проводятся исследования по улучшению гормонального состава питательных сред для получения лучших результатов при микроклональном размножении различных видов растений, в том числе и роз. В мировой практике клонального микроразмножения растений наиболее широко применяется 6-бензил-аминопурин (БАП) с цитокининовым типом действия, что связано со стабильностью его промышленного производства, устойчивостью химической структуры при автоклавировании и эффективным индуцированием морфогенеза.

Цель работы – оценить эффективность морфогенеза у двух типов (верхушечных и срединных) микропобегов розы сорта *Rosarium Uetersen* на питательных средах с различным содержанием БАП.

Материалы и методы. Объектом нашего исследования явились микропобеги растений плетистой крупноцветковой розы сорта *Rosarium Uetersen* [1] из коллекции пробирочных растений кафедры зоологии и генетики БрГУ имени А. С. Пушкина. В качестве эксплантов для размножения в условиях *in vitro* использовали сегменты побега, отобранные в верхней и средней частях микропобегов. Экспланты высаживали на питательную среду, приготовленную по прописи Мурасиге и Скуга и дополненную БАП в концентрации 0,6 мг/л либо в концентрации 1,2 мг/л. В первом варианте опыта было посажено всего 18 верхушечных и 9 срединных побегов, во втором варианте – 33 верхушечных побега. Эксперимент осуществлялся в течение пяти недель при температуре 19 °С в камере для роста растений с периодическим освещением (16 ч день и 8 ч ночь). Производилась регистрация следующих показателей: изменчивость высоты эксплантированных побегов; изменчивость количества тройчатосложных листьев, интенсивность бокового побегообразования, коэффициент микроклонального размножения при длительном культивировании (в течение четырех месяцев).

Результаты исследований. Сравнивая показатели длины верхушечных побегов розы сорта *Rosarium Uetersen* в двух вариантах опыта, на 7-е и 14-е сутки, было статистически достоверно установлено, что питательная среда, содержащая БАП в концентрации 0,6 мг/л, обеспечивала больший прирост побегов – на 0,53 см и 0,62 см соответственно – по сравнению со средой, содержащей БАП в концентрации 1,2 мг/л. Также было отмечено, что БАП стимулировал рост как верхушечных, так и срединных побегов. Однако проведенный анализ не выявил статистически значимых различий по длине между типами побегов на питательной среде с БАП 0,6 мг/л.

Анализ изменчивости количества тройчатосложных листьев на эксплантированных побегах розы сорта *Rosarium Uetersen* при культивировании на двух типах питательных сред показал, что на 14-е сутки эксперимента на питательной среде с БАП в концентрации 0,6 мг/л прирост количества листьев на верхушечных побегах по сравнению с 7-ми сутками составил 21,13 %, на срединных – 73,68 %. Прирост количества листьев на верхушечных побегах, культивируемых на питательной среде с БАП в концентрации 1,2 мг/л, составил 19,63 %. Отмечено, что наибольший показатель по среднему количеству сформированных листьев (4,78) наблюдался в варианте опыта с верхушечным типом побегов. Однако проведенный анализ не выявил статистически значимых различий ни между типами побегов, ни между концентрацией БАП.

Интенсивность бокового побегообразования у двух типов побегов оценивалась на 21-е, 28-е и 35-е сутки культивирования (таблица).

Таблица – Интенсивность бокового побегообразования у двух типов побегов розы сорта Rosarium Uetersen

Вариант опыта	Частота сформированных боковых побегов			Тип побега
	21-е сутки	28-е сутки	35-е сутки	
БАП 0,6 мг/л	1,50 ± 0,20	1,94 ± 0,32	1,83 ± 0,28	Верхушечные
	0,89 ± 0,10*	1,78 ± 0,39	2,22 ± 0,55	Срединные
БАП 1,2 мг/л	0,82 ± 0,06*	1,64 ± 0,17	1,48 ± 0,14	Верхушечные
Примечание –* – различия достоверны при $p \leq 0,01$.				

На 21-е сутки выявлено статистически значимое более эффективное влияние БАП в концентрации 0,6 мг/л на развитие боковых побегов у верхушечных побегов по сравнению как со срединными побегами ($t = 2,77$), так и с верхушечными побегами, культивируемыми на питательной среде с БАП в концентрации 1,2 мг/л ($t = 3,24$). На 28-е сутки эксперимента наблюдалось увеличение количества боковых побегов как у верхушечных, так и срединных побегов. При этом общий прирост на 100 % отмечен у побегов со срединным типом под влиянием БАП в концентрации 0,6 мг/л и у побегов с верхушечным типом под влиянием БАП в концентрации 1,2 мг/л. Среднее количество сформированных у них боковых побегов (1,78 и 1,64 соответственно) оказалось достоверно выше по сравнению с 21-ми сутками (0,89 и 0,82 соответственно).

На 35-е сутки было замечено угнетение эксплантированных верхушечных побегов под влиянием двух тестируемых концентраций БАП, что сказалось на незначительном снижении у них показателя интенсивности бокового побегообразования на 5,71 % и 9,26 % по сравнению с 28-ми сутками. В варианте опыта со срединным типом общий прирост боковых побегов увеличился на 25,0 %, но не оказался статистически значимым.

Сравнительный анализ общего прироста количества боковых побегов на 35-е сутки по сравнению с 21-ми сутками показал благоприятное влияние БАП в концентрации 0,6 мг/л на срединный тип побега (на 150,0 %), а БАП в концентрации 1,2 мг/л на верхушечный тип побега (на 81,48 %). Среднее количество сформированных у них боковых побегов (2,22 и 1,48 соответственно) оказалось достоверно выше по сравнению с 21-ми сутками (0,89 и 0,82 соответственно).

Коэффициент микроклонального размножения у верхушечных побегов розы сорта Rosarium Uetersen на питательной среде с БАП в концентрации 0,6 мг/л составил 2,28, а на питательной среде с БАП в концентрации 1,2 мг/л – 2,23. Данный показатель у срединных побегов на питательной

среде с БАП в концентрации 1,2 мг/л составил 2,23. По-видимому, наблюдаемое сопоставимое увеличение частоты боковых побегов по отношению к числу эксплантированных побегов не позволяет раскрыть интенсивность адвентивного побегообразования, которое начинает усиливаться по мере разрастания каллусов. В целом у микропобегов розы сорта Rosarium Uetersen по истечении четырех месяцев культивирования не удалось установить статистически достоверного влияния на коэффициент их размножения ни типа эксплантированного побега, ни концентрации БАП, что указывает на нецелесообразность длительного проведения эксперимента.

Заключение. В ходе проделанной экспериментальной работы установлен положительный эффект влияния БАП в более низкой концентрации (0,6 мг/л) на рост верхушечных побегов розы сорта Rosarium Uetersen на начальном этапе культивирования (на 7-е и 14-е сутки). Также показана эффективность БАП в концентрации 0,6 мг/л на частоту бокового побегообразования у побегов с верхушечным типом на 21-е и 28-е сутки. Начиная с 35-х суток культивирования выявлено снижение данного показателя в связи с усилением адвентивного побегообразования. Таким образом, в подобных экспериментах рекомендуется использовать БАП в концентрации 0,6 мг/л.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Rosarium Uetersen [Электронный ресурс] // Энциклопедия роз. – Режим доступа: <http://www.rosebook.ru/roses/large-flowered-climber/rosarium-uetersen/>. – Дата доступа: 20.03.2020.

К содержанию

УДК 581.844

В. В. ИГНАТЮК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – В. И. Бойко, канд. биол. наук, доцент

ВНУТРЕННЯЯ СТРУКТУРА ОДНОЛЕТНЕГО СТЕБЛЯ АВОКАДО

Актуальность. Использование растительного материала в качестве пищевых продуктов, источников витаминов, лекарственных веществ для размножения и селекции должно быть основано на знании не только полезности сырья, но и его структуры, обуславливающей технологию переработки, а также сферу применения. Покрытосеменные растения, кроме всего, широко используются в целях озеленения парков, приусадебных участков.

Изучение анатомического строения вегетативных органов растений имеет большое значение в целях диагностики и уточнения границ таксонов, для решения вопросов филогении, а также для проведения научной и криминалистической экспертиз.

Цель – исследование анатомического строения однолетнего стебля авокадо.

Материалы и методы. Молодое растение авокадо вырастили из семени в аудитории биотехнологии кафедры зоологии и генетики БрГУ имени А. С. Пушкина. Образец стебля фиксировали в 96 %-м спирте. Фиксированный материал помещали на 25–30 минут в воду, чтобы спирт, пропитавший стебли, диффундировал в растворитель, а объект при этом легче подвергался заморозке. Из стеблей, подвергшихся фиксации, готовили микрообразцы, которые использовали для получения срезов. Толщина срезов составляла 10–30 мкм. Изготавливали их с помощью опасной бритвы. Срезы выполнялись в трех направлениях – поперечном, радиальном и тангентальном.

Результаты исследований. Однолетний стебель авокадо имеет следующую топографию тканей на поперечном срезе: самое наружное расположение занимает эпидерма, граничащая с колленхимой, центральнее от последней располагается первичная кора, а от нее – кольцо первичных механических элементов, расположенных по соседству со вторичной флоэмой, которая камбием ограничена от вторичной ксилемы. Самое центральное положение занимает сердцевина.

Эпидерма – внешняя первичная покровная ткань растений, состоящая из одного слоя клеток, плотно примыкающих друг к другу. Форма последних овальная, оболочки клеток тонкие, наиболее утолщены радиальные и наружные тангентальные, которые покрыты слоем кутикулы. Его толщина составляет 1–2 мкм. Трихомы в ткани не обнаружены. Радиальный размер клеток эпидермы составляет 15 мкм, а тангентальный – 10–14 мкм. Ширина ткани на поперечном срезе достигает 15–17 мкм.

Колленхима – одна из первичных механических тканей растений, располагается субэпидермально. Ткань представлена 2–3 (иногда до 6) слоями клеток на поперечном срезе, ее ширина составляет 20–30 мкм. Оболочки клеток ткани утолщены равномерно. Они имеют округлую и овальную формы. Тангентальный размер клеток достигает 15–18 мкм, а радиальный – 12–14 мкм.

Первичная кора располагается между колленхимой и кольцом первичных механических элементов. Ширина ткани на поперечном срезе составляет до 170 мкм. Ткань гомогенная, представлена тонкостенными округлыми и овальными клетками, тангентальный размер которых состав-

ляет 7–30 мкм, а радиальный 7–30 мкм. Кристаллы оксалата кальция не обнаружены.

Кольцо первичных механических элементов располагается между первичной корой и флоэмой. Ширина механического кольца составляет 20–60 мкм. Оно представлено группами волокон, соединенными брахисклереидами, которые образуются из клеток первичной коры при лигнификации последних. Иногда в кольце встречаются разрывы. Волокна септированы (внутри встречаются перегородки). Таким образом, кольцо первичных механических элементов является прерывистым, гетерогенным.

Длина волокон составляет 170–220 мкм, их поперечник имеет форму 5–6-угольника, тангентальный размер которого 10–20 мкм, а радиальный 13–20 мкм. Толщина стенки колеблется в пределах 2–3 мкм, а диаметр просвета 3–15. Склереиды относятся к типу брахисклереид. Их диаметр составляет 22–30 мкм, толщина клеточной стенки – 5–6 мкм, а диаметр просвета – 15–20 мкм.

Вторичная флоэма является производным камбия, имеет самое внутреннее расположение в коре стебля. Ткань состоит только из проводящих и запасающих элементов, механические отсутствуют. Ширина ткани на поперечном срезе составляет до 140 мкм. Проводящие элементы представлены ситовидными трубками и клетками-спутниками.

Поперечные стенки ситовидных трубок косо наклонены по отношению к продольным, имеют ситовидные поля округлой формы. Членики ситовидных трубок на поперечном срезе располагаются радиальными рядами. Поперечники члеников имеют прямоугольную и овальную формы. Тангентальный размер последних составляет 15–18 мкм, радиальный – 8–14 мкм, а длина члеников – 40–70 мкм. Радиальный размер поперечника клетки-спутника 4–6 мкм, а тангентальный – 18 мкм. Запасающие элементы представлены вертикальной и горизонтальной (сердцевинные лучи) паренхимой. Лучи однорядные, реже двухрядные. Их ширина составляет 8–15 мкм, высота – 350–400 мкм, а слойность – 18–25 клеток. Вертикальная паренхима на продольном срезе сложена 2–4 слоями клеток.

Вторичная ксилема образована деятельностью камбия в процессе вторичного роста и наслаивается поверх первичной ксилемы, располагается между камбием и сердцевинной. Ширина ткани 160–170 мкм. Ткань комплексная, состоит из проводящих, запасающих и механических элементов.

Проводящие элементы представлены сосудами и трахеидами. Стенки (поперечные) между члениками сосудов расположены косо по отношению к продольным и содержат лестничные перфорации. Молодые сосуды и трахеиды имеют спиральные утолщения вторичных оболочек. Сосуды в поперечнике имеют форму правильных и неправильных шестиугольников. Они располагаются как одиночно, так и образуя радиальные ряды из 2–4 на поперечном срезе. Тангентальный размер члеников сосудов

составляет 20–35 мкм, а радиальный – 18–35 мкм. Ткань по структуре является рассеяно-сосудистой.

Трахеиды в поперечнике овальные и прилегают к стенкам сосудов. Их тангентальный размер составляет 10–13 мкм, радиальный – 10–20 мкм, а длина – 250–260 мкм.

Волокна образуют радиальные ряды в поперечном сечении между сосудами. Их тангентальный размер составляет 8–15 мкм, радиальный – 10–12 мкм, длина 230–240 мкм. Толщина стенки 2–3 мкм.

Запасающие элементы представлены вертикальной и горизонтальной (сердцевинные лучи) паренхимой. Сердцевинные лучи однорядные, реже двухрядные. Их высота достигает 350–400 мкм, а слойность – 18–25 клеток. Лучи имеют гомогенную структуру и представлены только лежащими клетками.

Первичная ксилема располагается пучками, которые внедряются в сердцевину. Ее сосуды имеют гораздо меньший диаметр поперечника, чем соответствующие во вторичной ткани. Характер заложения первичной ксилемы говорит о том, что стебель авокадо сформирован на основе прокамбиальных пучков.

Сердцевина гомогенная, имеет такую же структуру, как первичная кора.

Заключение. Таким образом, однолетний стебель авокадо имеет типичную топографию тканей на поперечном срезе, в целом характерную для древесно-кустарниковых растений. Тем не менее его отличает наличие округлой колленхимы, гомогенной первичной коры и сердцевины, гетерогенного механического кольца, отсутствие волокон во флоэме.

К содержанию

УДК 504.054; 631.4; 631.95

М. О. КАЙДАЛОВА, И. И. КОРНЕЙЧУК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – А. С. Домась, канд. с.-х. наук, доцент

ОЦЕНКА ФИТОТОКСИЧНОСТИ ПОЧВ НЕКОТОРЫХ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ В ОТНОШЕНИИ *RAPHANUS SATIVUS L. VAR. RADICULA PERS.*

Актуальность. Возрастающее с каждым годом антропогенное влияние на окружающую среду, в том числе и в результате урбанизации территорий, требует усиления и оптимизации мониторинговых мероприятий. Для контроля за состоянием окружающей среды, кроме классических

и инструментальных методов анализа, необходимы и экспресс-методы, позволяющие достаточно точно и быстро определить неблагоприятные в экологическом состоянии почвы различных территорий. Для оценки суммарной фитотоксичности почв широко применяется биотест на проростках семян редиса.

Цель – оценить токсичность почв некоторых урбанизированных территорий методом фитотестирования.

Материалы и методы. Отбор почвенных образцов производился методом конверта либо маршрутным методом (в зависимости от объекта) в 2021 г. на территории г. Бреста. Смешанный образец составлялся из пяти индивидуальных проб, взятых на глубине 0–20 см. В оценке фитотоксичности участвовали следующие почвенные образцы: ГП-11 – АЗС (Южный), ГП-12 – автомойка (Южный), ГП-16 – контроль (огород), ГП-15 – контроль + 5 % свинцовой золы, ГП-21 – придорожная (Варшавское шоссе).

Проращивание тест-культуры проводили на фильтровальной бумаге, которой накрывали смоченную до кашицеобразного состояния почвенную пластинку (равные навески для всех используемых вариантов), помещенную в пластиковую кювету. На фильтровальную бумагу помещали по 100 семян тест-культуры. Повторность трехкратная. Температура проращивания – 20 °С. В сроки согласно ГОСТ 12038-84 фиксировали всхожесть, общую длину проростков, длину стебелька и корешка.

Результаты и их обсуждение. Наибольшее количество нормально проросших семян на 6-й день эксперимента отмечено в почвенном образце, взятом на придорожной территории по Варшавскому шоссе, – 76 %, что было в 1,4 раза выше даже значения в контроле (53 %). Внесение в почву свинцовой золы (ГП-15) снижало показатель всхожести почти на 40 % относительно контроля и было в 2,3 раза ниже варианта ГП-21. Всхожесть прочих вариантов была близка к контролю – 53 % (ГП-11) и 51 % (ГП-12).

Наибольшая длина проростков формировалась в наиболее экологически чистой почве (ГП-16), где она достигала почти 140 мм. Примечательно, что в варианте с почвой придорожной территории этот показатель был самым низким и составил всего 80 % от контрольного значения и был незначительно ниже значений, полученных в загрязненной свинцовой золой почве (–5,5 %). Близкие к контролю данные были получены в почвах АЗС (137,9 мм) и немного ниже в почвах на территории автомойки (128,3 мм).

Участие различных органов редиса в формировании общей длины было неодинаковым и зависело от вида урбанизированной территории. Так, наиболее длинная надземная часть проростков сформировалась в условиях загрязнения свинцовой золой – 59,7 мм, что было сопоставимо с таковой в контроле (рисунок). Придорожные почвы оказывали ингиби-

рующей эффект на рост надземной части проростков, что отразилось в наименьшей ее средней длине – 42,36 мм (–28 % к контролю).

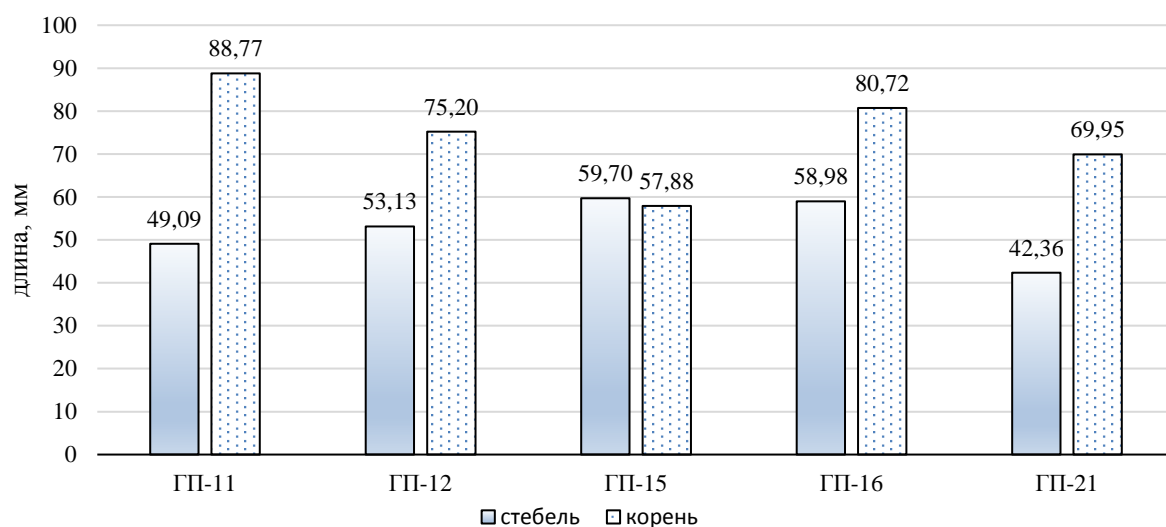


Рисунок – Морфометрические показатели *Raphanus sativus* L. в условиях почв некоторых урбанизированных территорий г. Бреста

Показатель длины корня тест-культуры был более чувствительным к условиям исследуемых почвенных образцов и варьировал от 57,88 мм (ГП-15) до 88,77 мм (АЗС). Таким образом, наибольшее угнетение ростовых процессов испытывали корневые системы растений в условиях загрязнения свинцовой золой (–28,3 % относительно контроля). Вызывает определенный интерес тот факт, что почва с территории АЗС оказывала даже небольшое стимулирующее влияние на рост корня редиса (+10 %).

Выводы. Наиболее отрицательное влияние на морфометрические показатели тест-культуры почвенных условий выявлено в образцах ГП-15 и ГП-21.

Исследование выполнено в рамках ГПНИ «Природные ресурсы и окружающая среда» на 2021–2025 гг. НИР «Оценка гумусового состояния и биологической активности почв урбанизированных территорий с различной техногенной нагрузкой» (№ ГР 20211453 от 20.05.2021).

К содержанию

Е. Б. КАРДАШ, Ю. А. КОСЯК

Минск, БГУ

Научный руководитель – Г. Г. Филипцова, канд. биол. наук, доцент

МОДИФИКАЦИЯ БИОСИНТЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ПЕПТИДНЫХ ЭЛИСИТОРОВ

Актуальность. Биосинтетический потенциал лекарственных растений зависит от множества как внешних, так и внутренних факторов. Загрязнение окружающей среды в результате антропогенной деятельности приводит к сокращению естественных ареалов обитания многих видов лекарственных растений и загрязнению растительной продукции тяжелыми металлами, пестицидами, нитратами, что делает растения непригодными для их использования в фармакологии. В связи с этим актуальным является поиск альтернативных источников биологически активных веществ растений и путей повышения их синтеза. Часто биосинтез соединений вторичного метаболизма активируется в ответ на действие стрессовых факторов, в том числе атаку фитопатогенов. Это происходит в результате индукции защитных реакций растительного организма под действием соединений, называемых элиситорами. Очевидно, что обработка растений веществами, обладающими элиситорными свойствами, может быть эффективной стратегией для увеличения выхода специфических метаболитов растений, имеющих промышленное значение.

Одними из важнейших классов соединений, участвующих в фитоиммунитете растений, являются элиситоры пептидной природы [1]. Они могут иметь как экзогенное, так и эндогенное происхождение. Экзогенные элиситоры продуцируются вне растительной клетки. Это молекулярные структуры микроорганизмов, грибов, насекомых и др. Эндогенные элиситоры образуются растением при действии фитопатогенов или повреждении растительных тканей. И экзогенные, и эндогенные пептидные элиситоры воспринимаются растительными клетками с помощью специфических рецепторов и приводят к запуску ряда защитных систем, в том числе синтезу вторичных метаболитов [2; 3]. Таким образом, обработка растений элиситорами пептидной природы представляет собой экологически безопасный способ повышения продукционного потенциала лекарственных растений.

Цель работы – исследование действия пептидных элиситоров AtPep1, Pep13 и Csp15 на накопление фенольных соединений растениями каллизии душистой (*Callisia fragrans* L.), шалфея лекарственного (*Salvia*

officinalis L.) и тимьяна обыкновенного (*Thymus vulgaris* L.). Исследованные элиситоры различаются по происхождению и по механизмам сигналинга. AtPep1 – эндогенный пептидный элиситор, впервые выделенный из растений *Arabidopsis thaliana*. Позже было установлено, что аналогичные пептиды образуются в различных видах растений при повреждении тканей и вызывают индукцию защитных систем растений [3]. Pep13 – экзогенный пептид, образующийся из гликопротеина GP42 клеточной стенки *Phytophthora sojae* [4]. Csp15 представляет собой активный компонент белка холодового шока (cold shock proteins), впервые выделенный из *Micrococcus lysodeikticum* [5].

Материалы и методы. Объектами исследования послужили нативные лекарственные растения, широко используемые в народной и официальной медицине, – каллизия душистая, или золотой ус, шалфей лекарственный и тимьян обыкновенный. Обработку растений производили посредством опрыскивания надземной части водными растворами элиситоров в концентрации 10^{-6} М. Сбор растительного материала осуществляли через две недели после обработки. Получали спиртовые экстракты из листьев растений путем кипячения измельченного сухого растительного сырья в 70 %-м этиловом спирте в течение двух часов с обратным холодильником. Определяли суммарное содержание растворимых фенольных соединений (ФС), уровень флавоноидов (Фл) и гидроксикоричных кислот (ГКК). Содержание ФС осуществляли спектрофотометрически с использованием реактива Фолина – Чокальтеу в пересчете на галловую кислоту. Содержание Фл и ГКК определяли спектрофотометрически в пересчете на кверцетин и кофейную кислоту соответственно.

Результаты исследований. Установлено, что экзогенная обработка надземной части растений пептидными элиситорами приводила к изменению уровня накопления вторичных метаболитов фенольной природы. Степень и направленность действия элиситоров зависела от вида растения. Согласно полученным результатам, пептид AtPep1 вызывал индукцию синтеза ФС в растениях каллизии, в результате чего в течение двух недель после обработки их уровень был на 80–90 % выше, чем у необработанных растений. При этом содержание Фл не претерпевало статистически значимых отличий, тогда как уровень ГКК значительно увеличивался. Обработка растений шалфея пептидом AtPep1 не приводила к существенным изменениям суммарного содержания ФС в листьях. Также не выявлено влияния данного пептида на уровень Фл, содержание ГКК в листьях шалфея под действием данного пептида незначительно снижалось по сравнению с контролем. Действие AtPep1 на растения тимьяна приводило к снижению растворимых ФС в листьях на 20 % по сравнению с необработанными образцами. При этом отмечено незначительное увеличение уровня Фл.

Обработка растений пептидом Pep13 оказывала менее значимый эффект на исследуемые параметры. Действие этого пептида на растения каллизии не приводило к существенному изменению суммарного уровня ФС, хотя вызывало рост содержания ГКК на 15 % по сравнению с контролем. При обработке растений шалфея пептидом Pep13 наблюдалось незначительное (на 5–10 %) увеличение суммарного содержания ФС в листьях. При этом уровень Фл увеличивался, а ГКК снижался по сравнению с необработанными растениями. Аналогичная картина по изменению содержания различных групп ФС под действием Pep13 наблюдалась и в растениях тимьяна. Обработка пептидом Csp15 не приводила к значительному изменению суммарного содержания растворимых ФС во всех изученных растениях, но вызывала увеличение уровня Фл примерно на 15–20 % и снижение уровня ГКК на 5–10 % по сравнению с контролем.

Заключение. В ходе проведенных экспериментов установлено, что обработка лекарственных растений пептидными элиситорами приводит к изменению уровня накопления вторичных метаболитов фенольной природы. Различные виды растений по-разному откликаются на действие элиситоров. У растений каллизии максимальный стимулирующий эффект обнаружен при обработке пептидом AtPep1. У растений шалфея и тимьяна наибольшее стимулирующее воздействие на биосинтез ФС выявлено при обработке пептидом Pep13. Под действием элиситоров происходит перераспределение количества Фл и ГКК, являющихся промежуточными соединениями в биосинтезе биополимеров.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Albert, M. Peptides as trigger of plant defence / M. Albert // *Journal of Experimental Botany*. – 2013. – Vol. 64. – P. 5269–5279.
2. Boller, T. A renaissance of elicitors: perception of microbe-associated molecular patterns and danger signals by pattern-recognition receptors / T. Boller, G. Felix // *Annual Review of Plant Biology*. – 2009. – Vol. 60. – P. 379–406.
3. Bartels, S. Quo vadis, Pep? Plant elicitor peptides at the crossroads of immunity, stress, and development / S. Bartels, T. Boller // *Journal of Experimental Botany*. – 2015. – Vol. 66. – P. 5183–5193.
4. The oligopeptide elicitor Pep-13 induces salicylic acid-dependent and-independent defense reactions in potato / V. A. Halim [et. al.] // *Physiological and Molecular Plant Pathology*. – 2004. – Vol. 64. – P. 311–318.
5. Felix, G. Molecular sensing of bacteria in plants. The highly conserved RNA-binding motif RNP-1 of bacterial cold shock proteins is recognized as an elicitor signal in tobacco / G. Felix, T. Boller // *Journal of Biological Chemistry*. – 2003. – Vol. 278. – P. 6201–6208.

К содержанию

А. Л. КИНДЕЕВ, Е. А. КУХЛЕВСКИЙ

Минск, БГУ

Научный руководитель – Н. В. Клебанович, д-р с.-х. наук, профессор

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ НЕОДНОРОДНОСТЬ КИСЛОТНОСТИ ПОЧВ НА ПРИМЕРЕ ОПЫТНОГО УЧАСТКА

Актуальность. Почвенный покров во всех масштабах (от поля до континента) представляет собой континуум, разделенный только водой и открытыми горными породами. Распределение почвенных свойств также носит повсеместный характер и в разных масштабах изменяется в соответствии с разными факторами, влияющими на почвенный покров.

Первый закон географии Тоблера – «Все связано со всем остальным, но близкие вещи более связаны, чем далекие» [1]. Но нельзя знать, где какая почва. В лучшем случае можно произвести выборку на конечных носителях, карту необходимо интерполировать между точками выборки [2].

Важность детального учета кислотности почв, как одного из самых значимых почвенных свойств для получения устойчивых урожаев, не вызывает сомнений. Однако в Беларуси при установленных системах агрохимического обследования земель [3] внутривольная неоднородность игнорируется, что приводит не только к неправильному расчету количества необходимых мелиорантов, но и к их неправильному распределению непосредственно по элементарным участкам.

Цель исследования – показать степень пространственной неоднородности кислотности почв на примере опытного участка площадью 51 га, находящегося на западной окраине г. Минска.

Материалы и методы. С данного участка был отобран 101 образец по регулярной сетке пробоотбора с установленным шагом в 80 м. Полученные значения pH_{KCl} проходили статистическую обработку в Microsoft Excel, а геостатистический анализ с дальнейшей визуализацией результатов в ArcGIS ArcMap 10.7. Высоты получены с помощью квадрокоптера Phantom 4, перепад которых составляет 12 м.

Результаты исследований. При проведении геостатистического анализа первым этапом является определение степени отклонения ряда данных от нормального распределения. Для этого были использованы показатели описательной статистики: M – среднее арифметическое, M_0 – мода, M_e – медиана, A – коэффициент асимметрии, \mathcal{E} – эксцесс и их ошибки – A_0 и \mathcal{E}_0 , а количественным отражением варьирования послужил коэффициент вариации V (таблица).

Таблица – Показатели описательной статистики

	Min	Max	M	Mo	Me	A	Ao	Э	Эo	V, %
pH	4,56	7,91	6,35	6,25	6,25	0,09	0,38	-0,16	0,62	11,1

Коэффициент вариации составляет 11,1 %, что позволяет отнести выборку к однородной (10–30 %), однако в ранее проведенных исследованиях [4; 5] было установлено, что в связи с тем, что pH является логарифмированным значением, оно не всегда корректно отражает «истинную» вариативность кислотности. В связи с этим был произведен расчет содержания ионов H^+ и рассчитан аналогичный показатель по новым значениям, который составил 230 %. При усредненных градациях данное значение можно отнести к группе аномальных (больше 100 %), однако известно, что в некоторых случаях у концентрации веществ в почве вполне естественным могут быть коэффициенты, превышающие 100 % в 1,5–2 раза [6].

Исходя из полученных значений, участок характеризуется нормальным распределением – показатели среднего M, Mo и Me имеют схожие значения, а асимметрия и эксцесс не превышают своих ошибок, что позволяет проводить моделирование вариограммы (рисунок 1) без предварительного приведения данных к нормальному распределению.

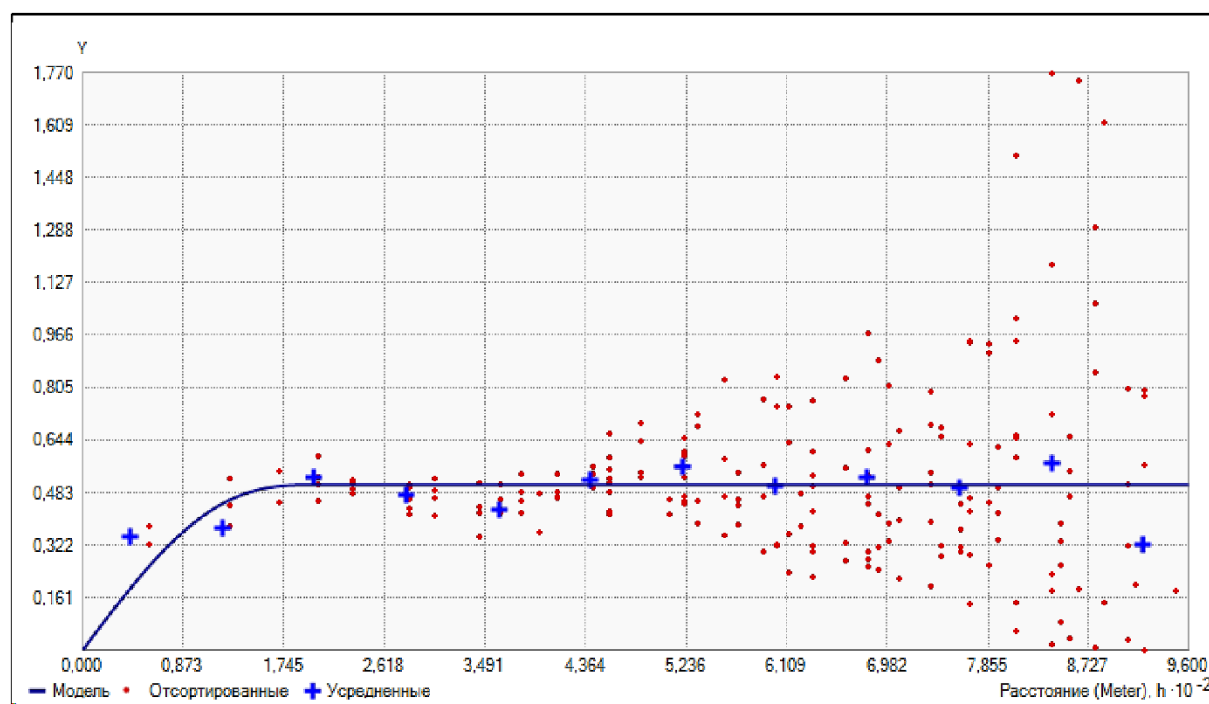


Рисунок 1 – Вариограмма распределения pH_{KCL} опытного участка

При подборе математической модели вариограммы (синяя линия) лучшим вариантом стала пентасферическая, обеспечив нулевое значение

наггет-эффекта (англ. Nugget) и, как следствие, с нулевым показателем остаточной дисперсии. Максимальная дисперсия вариограммы достигает на 207 м (ранг вариограммы) и составляет 0,50 (порог вариограммы). Лаг вариограммы соответствует сетке пробоотбора и составляет 80 м.

В целом можно сказать, что пространственное распределение кислотности в связи с отсутствием пиков и равномерным распределением как данных, так и сетки отбора проб позволяет смоделировать «типичную» вариограмму без выбросов на всех расстояниях с отклонением только на 900–950 м, которая будет основой для построения картограммы (рисунок 2).

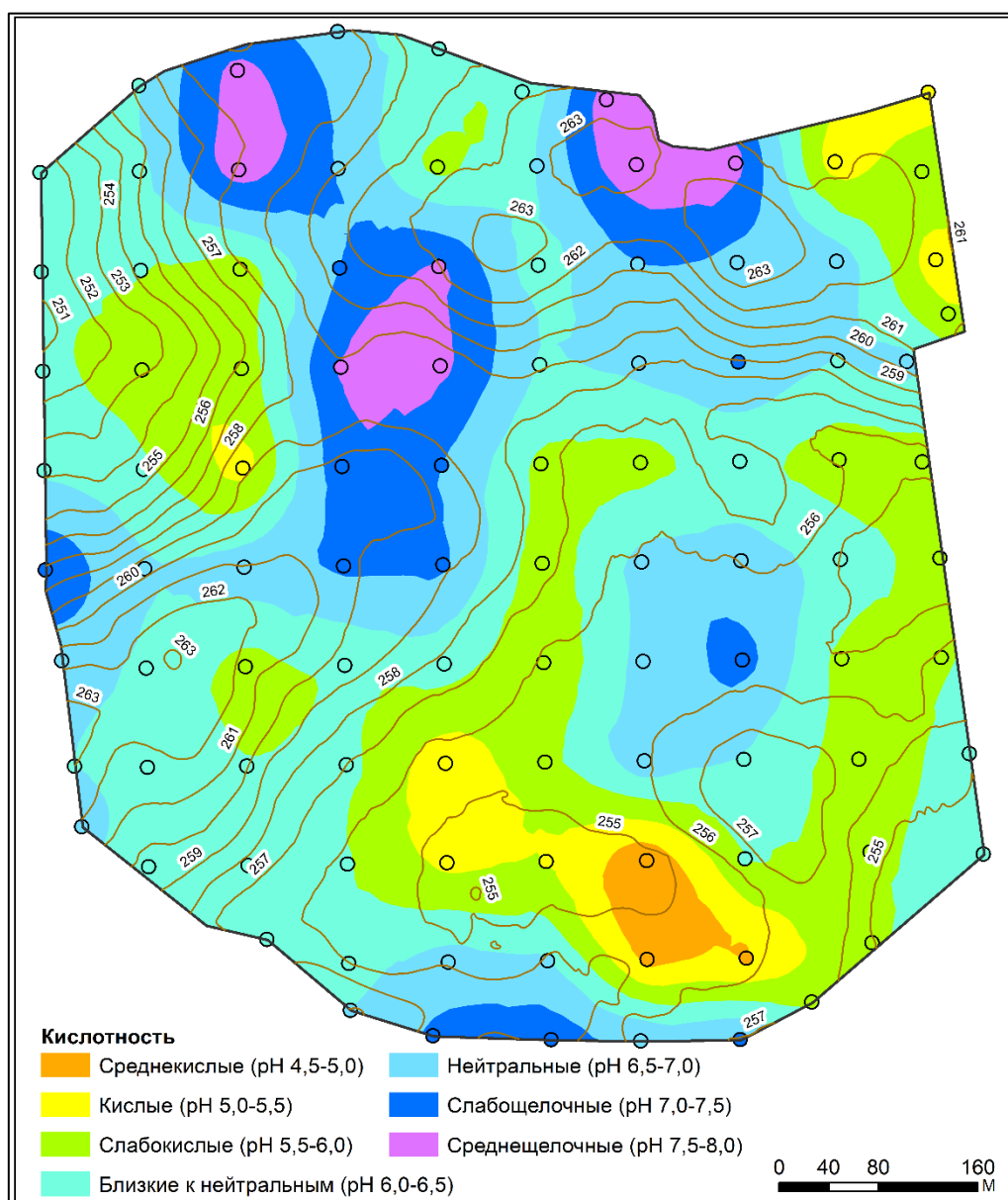


Рисунок 2 – Кислотность опытного участка

На опытном участке присутствуют семь групп кислотности с преобладанием близких к нейтральным и нейтральных почв, приуроченных к возвышенным участкам территории. Наличие слабощелочных (рН 7,0–7,5) и среднещелочных (рН 7,5–8,0) почв обусловлено неравномерным известкованием, проведенным весной 2021 г.

Незначительный участок среднекислых и кислых почв в южной части территории обуславливается наличием в понижении рельефа вымочки, где наблюдаются процессы оглеения.

Заключение. Почвы как с низкими значениями рН (кислые), так и со значительно завышенными (щелочные) негативно сказываются на продуктивности поля. Именно детальный учет пространственной неоднородности позволяет выделить проблемные зоны внутри элементарных участков и скорректировать технологические процедуры для повышения эффективности каждого из полей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Tobler, W. R. Computer movie simulating urban growth in Detroit region / W. R. Tobler // *Economic Geography*. – 1970. – Vol. 46. – P. 234–240.

2. Heuvelink, G. B. M. Spatial statistics and soil mapping: A blossoming partnership under pressure / G. B. M. Heuvelink, R. Webster // *Spatial Statistics*. – 2022. – Vol. 50.

3. Крупномасштабное агрохимическое и радиологическое обследование почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь : метод. указания / И. М. Богдевич [и др.] ; под ред. И. М. Богдевича. – Минск : Ин-т почвоведения и агрохимии, 2012. – 48 с.

4. Киндеев, А. Л. Изучение пространственной изменчивости кислотности и влажности почв геостатистическими методами на опытных участках / А. Л. Киндеев, Ф. Ю. Данилович // Мелиорация почв для устойчивого развития сельского хозяйства : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения проф. А. Ф. Тимофеева, Киров, 26–27 февр. 2019 г. : в 2 ч. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – Ч. 2. – С. 108–117.

5. Клебанович, Н. В. Геостатистический анализ пространственной неоднородности кислотности почв / Н. В. Клебанович, А. Л. Киндеев // *Природ. ресурсы*. – 2018. – № 1. – С. 138–147.

6. Дмитриев, Е. А. Математическая статистика в почвоведении : учебник / Е. А. Дмитриев. – М. : Изд-во МГУ, 1995. – 320 с.

К содержанию

Е. И. КИРИКОВИЧ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – А. С. Домась, канд. с.-х. наук, доцент

**ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ ПОЧВ НЕКОТОРЫХ
УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ В ОТНОШЕНИИ
ПРОРОСТКОВ ПОЛЕВИЦЫ ТОНКОЙ**

Актуальность. Фитотоксичность почвы – это свойство почвы подавлять рост и развитие высших растений. Такая необходимость определения этого показателя возникает при мониторинге загрязненных земель. Уменьшение числа проростков и снижение их морфометрических показателей в загрязненной почве по сравнению с контролем более чем в несколько раз свидетельствует о значительном снижении ее продуктивности, потере способности почвы к самоочищению, что необходимо учитывать при оценке уровня антропогенного воздействия на экосистемы.

Цель – оценить фитотоксичность почв с различным техногенным воздействием с использованием полевицы тонкой в качестве биоиндикатора.

Материалы и методы. Для тестирования были использованы семь образцов почв с различным техногенным воздействием. Почвенные образцы относились к землям с различной техногенной нагрузкой: окрестности ОАО «Белинвестторг-Сплав» (163-п, 164-п, 19-Хрисо), пашня (Страдечь) и огородный участок (ГП-15, ГП-16), придорожная территория (ГП-13). Среди исследуемых почв лишь ГП-13 имеет легкосуглинистый гранулометрический состав, прочие образцы характеризовались легким гранулометрическим составом – рыхлые и связные пески.

В качестве контроля использовали огородную почву с высоким уровнем окультуренности (ГП-16). Проращивание тест-культур проводили на фильтровальной бумаге, которой накрывали смоченную до кашицеобразного состояния почвенную пластинку (равные навески для всех используемых вариантов), помещенную в чашку Петри. На фильтровальную бумагу помещали по 30 семян тест-культуры. Повторность трехкратная. Увлажнение почвы производили отстоявшейся водопроводной водой. В сроки согласно ГОСТ 12038-84 фиксировали энергию прорастания (ЭП), всхожесть, общую длину проростка, отдельно длину стебелька и корешка.

Результаты и их обсуждение. Показатели энергии прорастания и всхожести полевицы тонкой даже в контроле характеризовались довольно низкими значениями (71,11 % и 74,44 % соответственно), тогда как в вариантах с почвой, подверженной техногенным воздействиям, эти показатели существенно снижались и относительно контроля. Так, наиболее низкая

энергия прорастания была отмечена в вариантах с почвой, искусственно загрязненной свинцовой золой (ГП-15), и из окрестностей ОАО «БИТ-сплав» – 48,89 % и 43,33 %, что было на 31–39 % ниже контроля (таблица). Относительно высокий показатель энергии прорастания зафиксирован в образце придорожной почвы (–9,4 % относительно контроля). На 14-й день эксперимента общая тенденция реакции растения на почвенные условия сохранилась.

Таблица – Регистрируемые показатели полевицы тонкой

Вариант	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %	Стебель, мм	Корень, мм	Общая, мм
ГП-16	71,11 ± 1,11	74,44 ± 4,84	20,90 ± 1,04	4,72 ± 0,39	25,61 ± 1,26
ГП-15	48,89 ± 7,29	54,44 ± 9,49	20,7 ± 1,34	4,43 ± 0,33	25,14 ± 1,66
ГП-13	64,44 ± 6,19	67,78 ± 2,94	18,51 ± 1,06	8,56 ± 0,56	27,07 ± 1,38
163-п	43,33 ± 3,33	46,67 ± 0,00	19,31 ± 1,27	5,21 ± 0,42	24,52 ± 1,14
164-п	55,56 ± 1,11	62,22 ± 6,19	17,29 ± 1,45	5,29 ± 0,46	22,57 ± 1,74
19-Хрисо	55,56 ± 8,39	64,44 ± 4,01	21,00 ± 1,16	5,03 ± 0,38	26,03 ± 1,39
Страдечь	58,89 ± 11,71	64,44 ± 10,60	21,28 ± 1,32	5,93 ± 0,50	27,21 ± 1,60
Среднее	56,83 ± 5,59	62,06 ± 5,44	19,86 ± 1,23	5,60 ± 0,43	25,45 ± 1,45

Для полевицы тонкой характерно медленное развитие на начальных этапах, поэтому на 14-й день средняя высота проростков злаковой культуры не достигала и 20 мм (таблица). В то же время почвенные условия оказывали существенное влияние на прирост растений в высоту. Так, наиболее благоприятные для роста тест-растений условия складывались на почвенных образцах Страдечь, 19-Хрисо и ГП-16, где средняя высота проростков полевицы составила 21,28 мм, 21,00 мм и 20,90 мм соответственно.

В целом полученные данные по высоте проростков полевицы сильно варьировали, и выборку следует считать неоднородной: коэффициент вариации для всех почвенных образцов превысил 33 %, а для варианта 164-п составил 63 %.

Заключение. Наиболее токсичными почвами по регистрируемым параметрам тест-культуры следует считать ГП-15, 163-п, 164-п – почвы окрестностей ОАО «БИТ-сплав» и загрязненный свинцовой золой образец. Тем не менее данный эффект относится к градации лишь слаботоксичных почв.

Работа выполнена в рамках задания 1.02 подпрограммы «Природные ресурсы и их рациональное использование» ГПНИ «Природные ресурсы и окружающая среда» на 2021–2025 гг. НИР «Оценка гумусового состояния и биологической активности почв урбанизированных территорий с различной техногенной нагрузкой» (№ ГР 20211453 от 20.05.2021).

К содержанию

К. О. КИРИЛЮК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. М. Матусевич, канд. биол. наук, доцент

**ЖИЗНЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ДЕНДРОФЛОРЫ ПАРКА
КУЛЬТУРЫ И ОТДЫХА ИМЕНИ 50-ЛЕТИЯ СОВЕТСКОЙ
ВЛАСТИ Г. КАМЕНЦА**

Актуальность. В последние десятилетия зеленые насаждения городов находятся под постоянно увеличивающимся антропогенным воздействием. Городские парки, сады и вся система озелененных территорий современного города выполняют самые разнообразные функции, из которых наиболее важными являются оздоровление городского воздушного бассейна, улучшение микроклимата жилых районов и городов в целом, формирование садово-парковых и в сочетании с окружающей застройкой архитектурно-ландшафтных ансамблей, создание благоприятной среды для массового отдыха населения городов [1].

С ростом города, развитием его промышленности становится все более сложной проблема охраны окружающей среды, создания нормальных условий для жизни и деятельности человека.

В связи с неуклонным развитием автомобильного движения и вредного воздействия промышленности на окружающую среду, роль зеленых насаждений в оздоровлении городской среды и воздушных бассейнов городов становится все более значительной.

Оценка жизненного состояния деревьев имеет большое значение и позволяет выяснить причины повреждения деревьев и разработать мероприятия, направленные на уменьшение процента повреждения. Кроме того, по жизненному состоянию отдельных видов древесных растений, как и по состоянию древостоя в целом, можно судить об изменении экологических условий территории. В связи с этим периодическая оценка жизненного состояния является актуальной проблемой на современном этапе [2].

Цель – уточнить видовой состав и дать оценку жизненного состояния деревьев на территории парка культуры и отдыха имени 50-летия Советской власти г. Каменца.

Материалы и методы. Объектами исследования являются древесно-кустарниковые растения, произрастающие в парке культуры и отдыха имени 50-летия Советской власти.

Результаты исследований. В результате исследования было выявлено, что видовой состав парка не очень многообразен и представлен 20 видами древесно-кустарниковых растений, относящимися к 12 семействам.

Кленовые – клен сахарный (*Acer saccharinum* L.), клен ясенелистный (*Acer negundo* L.), клен остролистный (*Acer platanoides* L.).

Розоцветные – груша обыкновенная (*Pyrus communis* L.), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.), черемуха обыкновенная (*Padus racemosa* Lam.), слива домашняя (*Prunus domestica* L.), рябинник рябинолистный (*Sorbaria sorbifolia* (L.) A. Br.).

Буковые – дуб черешчатый (*Quercus robur* L.).

Ивовые – тополь дрожащий (*Populus tremula* L.), ива вавилонская (*Salix babylonica* L.).

Березовые – береза повислая (*Betula pendula* Roth.), ольха черная (*Alnus glutinosa* L.).

Липовые – липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.).

Маслинные – ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior* L.).

Вязовые – вяз шершавый (*Ulmus glabra* Huds.).

Жимолостные – бузина черная (*Sambucus nigra* L.).

Крушиновые – крушина ломкая (*Frangula alnus* Mill.).

Бобовые – аморфа кустарниковая (*Amorpha fruticosa* L.).

Кизилы – свидина белая (*Cornus alba* L.).

Видовую принадлежность встречаемых пород определяли с помощью определителя высших растений В. И. Парфенова [3] и определителя деревьев и кустарников А. И. Ванина [4]. Для определения жизненного состояния использовалась методика оценки жизненного состояния древесных растений по характеристике кроны по шкале В. А. Алексева. В процессе исследования парка культуры и отдыха имени 50-летия Советской власти проводилась визуальная оценка кроны деревьев в баллах по шкале В. А. Алексева [5]. С помощью шкалы визуальной оценки деревьев по внешним признакам определяются баллы состояния отдельных деревьев каждого вида – b_1 , b_2 , b_3 и т. д. Коэффициент состояния древостоя в целом (К) определяется как среднее арифметическое средних баллов состояния различных деревьев на пробной площадке.

Вычисляли средний балл состояния для каждого вида деревьев:

Клен сахарный: $K = 36/36 = 1$ – здоровый.

Клен ясенелистный: $K = 14/9 = 1,5$ – здоровый.

Клен остролистный: $K = 97/88 = 1,1$ – здоровый.

Груша обыкновенная: $K = 6/2 = 3$ – сильно ослаблена.

Рябина обыкновенная: $K = 22/21 = 1$ – здорова.

Черемуха обыкновенная: $K = 22/12 = 1,8$ – ослаблена.

Слива домашняя: $K = 8/3 = 2,6$ – сильно ослаблена.

Рябинник рябинолистный: $K = 6/6 = 1$ – здоровый.

Дуб черешчатый: $K = 121/108 = 1,1$ – здоровый.

Тополь дрожащий: $K = 8/8 = 1$ – здоровый.

Ива вавилонская: $K = 13/9 = 1,4$ – здорова.
Береза повислая: $K = 122/101 = 1,2$ – здорова.
Ольха черная: $K = 10/5 = 2$ – сильно ослаблена.
Липа мелколистная: $K = 207/179 = 1,1$ – здорова.
Ясень обыкновенный: $K = 52/38 = 1,3$ – здоровый.
Вяз шершавый: $K = 2/2 = 1$ – здоровый.
Бузина черная: $K = 4/3 = 1,3$ – здорова.
Крушина ломкая: $K = 4/2 = 2$ – ослаблена.
Аморфа кустарниковая: $K = 9/8 = 1,1$ – здорова.
Свидина белая: $K = 5/3 = 1,6$ – ослаблена.

Затем вычисляли коэффициент состояния древостоя в целом:
 $K = (1 + 1,5 + 1,1 + 3 + 1 + 1,8 + 2,6 + 1 + 1,1 + 1 + 1,4 + 1,2 + 2 + 1,1 + 1,3 + 1 + 1,3 + 2 + 1,1 + 1,6) / 20 = 29,63 / 20 = 1,4$ – здоровый.

Заключение. В результате проведенного исследования было установлено, что в парке культуры и отдыха имени 50-летия Советской власти произрастает 20 видов древесно-кустарниковых растений, относящихся к 12 семействам. По количественному составу преобладают семейства Розоцветные и Кленовые.

Коэффициент состояния древостоя составляет 1,4 и квалифицируется как здоровый. Преобладают здоровые деревья (70 %). Ослабленных – 15 %, на долю сильно ослабленных приходится 15 %. Усыхающие и усохшие деревья нами обнаружены не были.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ефимова, А. Е. Мониторинг зеленых насаждений на землях населённых пунктов: подходы, методы, результаты / А. Е. Ефимова, И. П. Вознячук, А. В. Пугачевский. – Минск, 2008. – 459 с.
2. Древесно-кустарниковые растения и их использование в озеленении [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.spec-kniga.ru/rastenievodstvo/sadovodstvo-i-cvetovodstvo/sadovodstvo-i-cvetovodstvo-drevesno-kustarnikovye-rasteniya-i-ih-ispolzovanie-v-ozelenenii.html>. – Дата доступа: 27.03.21.
3. Определитель высших растений Беларуси / под ред. В. И. Парфенова. – Минск : Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.
4. Ванин, А. И. Определитель деревьев и кустарников / А. И. Ванин. – М. : Лесная пром-сть, 1967. – 234 с.
5. Алексеев, В. А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев / В. А. Алексеев // Лесоведение. – 1989. – № 4.

К содержанию

В. М. КИСИЛЬ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – С. М. Ленивко, канд. биол. наук, доцент

**АДАПТАЦИЯ К УСЛОВИЯМ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ
И ИНДУКЦИЯ КАЛЛУСОГЕНЕЗА У ЛИСТОВЫХ
ЭКСПЛАНТОВ ДВУХ СОРТОВ РОЗ**

Актуальность. Исследования способности к морфогенезу листовых эксплантов, изолированных от разных генотипов, представляют практический интерес, поскольку размножение роз с помощью данного типа эксплантов является новым способом в решении вопроса репродукции уникального материала.

Цель – оценить адаптационную способность к условиям культивирования и индукцию каллусогенеза под влиянием тидиазурона (ТДЗ) у листовых эксплантов двух сортов роз – *Rosarium Uetersen* и *Republique de Montmartre*.

Материалы и методы. Объектом нашего исследования явились листочки – части сложного листа сортов роз *Rosarium Uetersen* и *Republique de Montmartre*. Метод культивирования листовых эксплантов явился основным экспериментальным методом выполняемой работы. Для каллусообразования листовые экспланты отделяли от материнских микропобегов, взятых из коллекции пробирочных растений кафедры зоологии и генетики БрГУ имени А. С. Пушкина, и высаживали на питательную среду, приготовленную по прописи Мурасиге и Скуга и дополненную фитогормонами. В качестве ауксина использовали индолилмасляную кислоту в концентрации 0,1 мг/л, а в качестве цитокинина в двух вариантах опыта использовался ТДЗ: в первом варианте опыта в концентрации 0,3 мг/л, во втором – в концентрации 0,5 мг/л. В каждом варианте опыта было заложено по шесть повторностей. Всего было высажено 85 листовых эксплантов: в первом варианте опыта – 43, во втором – 42. Культивирование листовых эксплантов двух сортов роз проводили в течение пяти недель при температуре 19 °С в камере для роста растений с периодическим освещением (16 ч – день и 8 ч – ночь). Оценку отзывчивости листовых эксплантов на условия культивирования *in vitro* проводили по таким параметрам, как количество эксплантов, выделивших фенолы, и количество некротированных эксплантов (на 7-е и 14-е сутки), количество эксплантов, образовавших каллусы, и количество образовавшихся каллусов (на 21-е, 28-е и 35-е сутки), диаметр каллусов (на 28-е и 35-е сутки).

Результаты исследований. Анализ полученных данных по адаптации листовых эксплантов розы сорта *Rosarium Uetersen* на двух типах питательных сред показал, что на 7-е и 14-е сутки листовые экспланты в большей степени выделяли фенолы на питательной среде с ТДЗ в концентрации 0,3 мг/л. Так, под влиянием ТДЗ в концентрации 0,3 мг/л наблюдалось образование фенольных пятен у 50,0 % эксплантов на 7-е сутки и у 40,91 % эксплантов на 14-е сутки. В то же время под влиянием ТДЗ в концентрации 0,5 мг/л процесс выделения фенолов зарегистрирован у 29,55 % эксплантов на 7-е сутки и 27,27 % – на 14-е сутки. Отмечено, что некроз у листовых эксплантов под влиянием ТДЗ в концентрации 0,3 мг/л регистрировался чаще. Несмотря на то что образование фенольных пятен и появление признаков некроза на питательной среде с ТДЗ в концентрации 0,5 мг/л были ниже, статистический анализ не подтвердил достоверного положительного влияния данной концентрации на адаптацию листовых эксплантов розы сорта *Rosarium Uetersen* к условиям *in vitro*.

Анализ полученных данных по интенсивности каллусогенеза у листовых эксплантов розы сорта *Rosarium Uetersen* на двух типах питательных сред позволил установить, что ТДЗ в концентрации 0,3 мг/л на протяжении всего эксперимента усиливал процесс каллусообразования. Однако достоверность наблюдаемых различий на 18,18 % подтверждена лишь на 35-е сутки культивирования по показателю «частота эксплантов, образовавших каллусы». Также следует отметить, что на питательной среде с ТДЗ в концентрации 0,3 мг/л диаметр сформировавшихся каллусов был незначительно выше.

Выявлены различия в активности ТДЗ в концентрациях 0,3 мг/л и 0,5 мг/л на адаптацию к условиям культивирования и параметры каллусогенеза у листовых эксплантов розы сорта *Republique de Montmartre*. Показано, что частота эксплантов, выделивших фенолы, под действием ТДЗ в концентрациях 0,3 мг/л и 0,5 мг/л незначительно отличалась (на 2,72 % и 1,88 % соответственно на 7-е и 14-е сутки), а частота некротированных эксплантов оказалась выше под действием ТДЗ в концентрации 0,3 мг/л (на 11,02 % и 10,68 % соответственно на 7-е и 14-е сутки). Несмотря на то что данные показатели на питательной среде с ТДЗ в концентрации 0,5 мг/л были ниже, статистический анализ не подтвердил достоверного положительного влияния этой концентрации на адаптацию листовых эксплантов розы сорта *Republique de Montmartre* к условиям *in vitro*.

Установлено, что у листовых эксплантов розы сорта *Republique de Montmartre* под влиянием ТДЗ в концентрации 0,5 мг/л по сравнению с концентрацией 0,3 мг/л показатели «частота эксплантов, образовавших каллусы» и «частота образовавшихся каллусов» были выше на протяжении всего эксперимента. Однако статистический анализ не подтвердил досто-

верного положительного влияния концентрации 0,5 мг/л ТДЗ на процесс каллусогенеза у листовых эксплантов данного сорта розы. При этом диаметр сформировавшихся каллусов был незначительно выше на питательной среде с ТДЗ 0,3 мг/л.

Была проведена сравнительная характеристика адаптации листовых эксплантов роз сорта Rosarium Uetersen и Republique de Montmartre на двух типах питательных сред, которая показала следующее: на 7-е и 14-е сутки эксперимента на двух типах питательных сред процесс выделения фенолов наиболее интенсивно происходил у листовых эксплантов розы сорта Rosarium Uetersen. Однако данные различия были подтверждены статистическим анализом лишь на питательной среде с ТДЗ в концентрации 0,3 мг/л на 7-е сутки (на 36,05 %) и на 14-е сутки (на 19,98 %). Листовые экспланты розы сорта Republique de Montmartre на 7-е и 14-е сутки эксперимента оказались больше подвержены некротическим процессам. Однако статистический анализ не подтвердил достоверного влияния испытанных концентраций ТДЗ на развитие данных процессов. Таким образом, нами установлены генотипические различия исследуемых сортов роз по адаптации их листовых эксплантов независимо от содержания ТДЗ в питательной среде.

Установлено, что на 21-е, 28-е и 35-е сутки эксперимента листовые экспланты розы сорта Rosarium Uetersen проявили большую активность по показателям «частота эксплантов, образовавших каллусы» и «частота образовавшихся каллусов» на двух типах питательных сред. Проведенный нами статистический анализ подтвердил достоверное положительное влияние концентраций 0,3 мг/л и 0,5 мг/л ТДЗ на процесс каллусогенеза у листовых эксплантов данного сорта розы. В то же время отмечено, что у листовых эксплантов розы сорта Republique de Montmartre диаметр сформировавшегося каллуса оказался незначительно выше.

Заключение. Полученные данные на этапе введения в культуру *in vitro* листовых эксплантов роз сорта Rosarium Uetersen и Republique de Montmartre позволяют заключить следующее: установлено, что на двух типах питательных сред листовые экспланты розы сорта Rosarium Uetersen оказались более отзывчивыми по показателям «частота эксплантов, образовавших каллусы» и «частота образовавшихся каллусов». Выявлено, что на каллусообразование в культуре листовых эксплантов сорта Rosarium Uetersen больше повлияла концентрация 0,3 мг/л ТДЗ, а в культуре листовых эксплантов сорта Republique de Montmartre более эффективной оказалась концентрация 0,5 мг/л ТДЗ. Полученные результаты обуславливают научный интерес к дальнейшим исследованиям, поскольку размножение роз с помощью листовых эксплантов является новым способом в решении вопроса репродукции уникального материала.

К содержанию

Д. А. КИСЛИЦЫН

Минск, БГУ

Научный руководитель – Н. В. Клебанович, д-р с.-х. наук, профессор

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНДЕКСОВ ЗАСОЛЕНИЯ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДЕРНОВЫХ ЗАБОЛОЧЕННЫХ ПОЧВ

Актуальность. В настоящее время на основе данных дистанционного зондирования можно получить разнообразную информацию о природных объектах, в том числе об особенностях почвенного покрова. Для изучения пространственного распределения и выявления в различной степени засоленных почв могут использоваться разнообразные спектральные индексы, которые вычисляются на основе комбинаций каналов спутников. Индексы засоления позволяют выявлять корреляционные взаимосвязи между поверхностью и основными спектральными свойствами засоленных почв [1].

Цель – изучить различные спектральные индексы засоления, которые могут быть использованы для определения различий между дерновыми заболоченными и дерновыми заболоченными карбонатными почвами для центральной части Кобринского района.

Материалы и методы. В работе были использованы космоснимки, полученные со спутниковой системы Sentinel 2A (июль 2021 г.), которые находятся в открытом доступе в электронном архиве Геологической службы США (USGS) [2]. Атмосферная коррекция для материалов со спутника Sentinel 2A проводилась с помощью специального модуля Semi-Automatic Classification Plugin в QGIS 3.10.2. Создание мозаики космоснимков проводилось в ArcGIS Pro 2.7 с помощью функции Mosaic raster. Для расчета средних значений индексов засоления III и VII для дерновых и дерново-заболоченных карбонатных почв использовался инструмент «Зональная статистика в таблицу» в ArcGIS 10.8.1.

Результаты исследований. Для территории Кобринского района характерен высокий удельный вес дерновых заболоченных почв в структуре сельскохозяйственных земель (38,7%), часть из которых представлена дерновыми заболоченными карбонатными, которые характеризуются некоторым повышением содержания солей [3]. Существует определенное количество спектральных индексов, которые могут использоваться при выявлении засоления почв. При этом согласно [4] достаточно высокие коэффициенты корреляции имеют индекс засоления III $((Green * Red) / Blue)$ и индекс засоления VII $((Green + Red) / 2)$. На основе мозаики космоснимков Sentinel 2 (10.07.2021) нами были рассчитаны два индекса засоления с помощью калькулятора растров в ArcGIS 10.8.1 (рисунок).

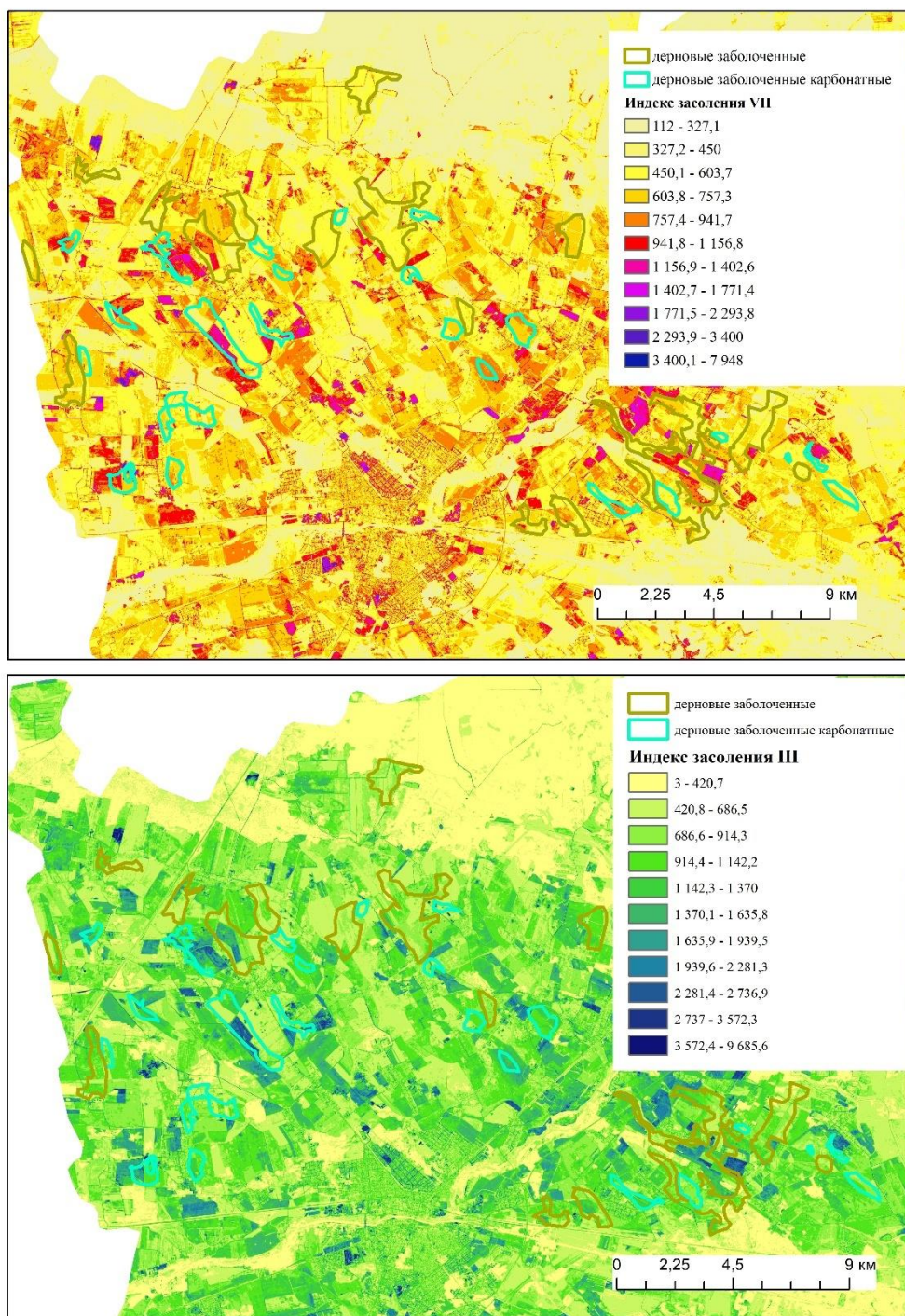


Рисунок – Значения индексов засоления (VII и III) для дерновых заболоченных и дерновых заболоченных карбонатных почв в центральной части Кобринского района

При вычислении индексов засоления использовались каналы в видимой части спектрального диапазона (Red, Green, Blue), которые имеют пространственное разрешение 10 м для Sentinel 2. Для анализа значений

индексов засоления использовались наиболее крупные контуры дерновых заболоченных и дерновых заболоченных карбонатных почв центральной части Кобринского района (на основе районной почвенной карты масштаба 1:50000), которые расположены на территории сельскохозяйственных земель.

На основе вычисленной зональной статистики были определены средние значения для двух групп контуров: для индекса засоления III дерновые заболоченные и дерновые заболоченные карбонатные имеют средние значения 843 и 1060 соответственно, а для индекса засоления VII дерновые заболоченные и дерновые заболоченные карбонатные характеризуются средними значениями 572 и 680 соответственно. Из-за различий в растительном покрове данная разница средних значений не является ярко выраженной, но в некоторой степени может разграничить данные почвы при схожих вегетационных условиях.

Заключение. Вычисление спектральных индексов засоления позволяет изучить их различия для дерновых заболоченных и дерновых заболоченных карбонатных почв при проведении их дешифрирования. В то же время дерновые заболоченные карбонатные почвы исследуемой территории характеризуются относительно более высокими значениями спектральных индексов засоления по сравнению с дерновыми заболоченными почвами (на 26 % для индекса засоления III и на 19 % для индекса засоления VII), что, вероятно, свидетельствует о невысоком уровне засоления почв.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Taghadosi, M. M. Retrieval of soil salinity from Sentinel-2 multispectral imagery / M. M. Taghadosi, M. Hasanlou, K. Eftekhari // *European Journal of Remote Sensing*. – 2019. – Vol. 52, № 1. – P. 138–154.

2. Архив Геологической службы США (USGS) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. – Дата доступа: 07.02.2022.

3. Почвы Республики Беларусь / В. В. Лапа [и др.]; под ред. В. В. Лапы. – Минск : ИВЦ Минфина, 2019. – 632 с.

4. Soil salinity assessment from satellite data in the Trans-Ural Steppe zone (Southern Ural, Russia) / A. Suleymanov [et al.] // *Soil Science Annual*. – 2021. – Vol. 72, № 1. – P. 132–233.

К содержанию

В. А. КОВАЛЕНКО

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

Научный руководитель – Т. А. Селевич, канд. биол. наук, доцент

ВИДОВОЙ СОСТАВ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ ПАРКА В АГ. МОЖЕЙКОВО ЛИДСКОГО РАЙОНА ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Актуальность. Необходимость изучения особенностей и состояния старинных парков Беларуси связана с тем, что многие парки имеют историческое значение, это наше культурно-историческое наследие. Несомненна и ботаническая значимость парков. Сохранившиеся в них экзоты – ценный научный материал для оценки устойчивости интродуцентов и обоснования их адаптивного потенциала [1].

Общий облик усадьбы Малое Можейково был сформирован в начале 1880-х гг., когда ее владелец Владислав Брохоцкий возвел из кирпича одноэтажный усадебный дом, флигель, конюшню, разбил пейзажный парк площадью 5–6 га. Со временем многие аллеи парка превратились в сводчатые туннели из ветвей лип, сплетающихся на высоте 2,5 м. Аллея, что вела к панскому дому, была обсажена каштанами и липами, это были настоящие исполины. В 1980-е гг. были проведены работы по восстановлению усадьбы. «К сожалению, кроме восстановления были и разрушения: сильно пострадал панский парк, было вырублено много деревьев, а взамен ничего не посажено, засыпали старый панский пруд» [1]. Таким образом, от парка мало что осталось. Поскольку усадьба является значимым туристическим объектом, представляет интерес флористическое исследование небольшого сохранившегося фрагмента парка.

Цель – изучить видовой состав сосудистых растений усадебного парка в аг. Можейково Лидского района Гродненской области.

Материалы и методы. Материалами для работы послужили результаты флористических наблюдений и гербарные сборы, выполненные в вегетационные сезоны 2020 и 2021 гг. Метод исследования – маршрутный. Определение гербарных образцов осуществляли в основном с помощью определителя высших растений Беларуси [2].

Результаты исследований. В общей сложности было выявлено 58 видов, относящихся к трем отделам, четырем классам, 28 семействам и 53 родам. По числу семейств, родов и видов двудольные значительно преобладают над однодольными, что характерно для флоры Беларуси

в целом. Единственным видом, причем интродуцентом (*Juniperus chinensis* L.) и всего в двух экземплярах, представлены голосеменные.

Ведущими по числу видов семействами являются семейства *Poaceae* (9 видов), *Ranunculaceae* и *Lamiaceae* (по 5 видов), *Asteraceae* (4 вида) (таблица). Четвертую позицию занимают три семейства – *Salicaceae*, *Fabaceae*, *Apiaceae* – с тремя видами каждое. Лишь два семейства – *Poaceae* и *Asteraceae* – в пределах первых четырех позиций являются общими для растений парка Можейково и флоры Беларуси, причем позиции их не совпадают, особенно относительно семейства *Asteraceae*. Гораздо больше общих семейств в пределах первых четырех позиций у парка Можейково и более крупного парка Городно Вороновского района [3], граничащего с Лидским; высокую близкую позицию (вторую или третью) занимают в обоих парках семейства *Ranunculaceae* и *Lamiaceae*, что совершенно не характерно для флоры Беларуси.

Таблица – Ведущие семейства растений парка Можейково, парка Городно Вороновского района [3] и флоры всей Беларуси [2] (в скобках указано количество видов в каждом семействе)

Позиция	Парк Можейково	Парк Городно	Флора Беларуси
I	<i>Poaceae</i> (9)	<i>Poaceae</i> (10)	<i>Asteraceae</i> (221)
II	<i>Ranunculaceae</i> (5) <i>Lamiaceae</i> (5)	<i>Asteraceae</i> (8)	<i>Poaceae</i> (152)
III	<i>Asteraceae</i> (4)	<i>Ranunculaceae</i> (6) <i>Lamiaceae</i> (6)	<i>Rosaceae</i> (95)
IV	<i>Salicaceae</i> (3) <i>Fabaceae</i> (3) <i>Apiaceae</i> (3)	<i>Fabaceae</i> (4)	<i>Cyperaceae</i> (91)

Высокая позиция семейства *Ranunculaceae*, по литературным данным, характерна для широколиственных лесов. В парке Можейково среди деревьев достаточно обильно представлены широколиственные породы. Очень часто встречается *Tilia cordata* Mill., часто – *Acer platanoides* L., нередко – *Carpinus betulus* L., изредка – *Fraxinus excelsior* L. Среди травянистых растений парка также имеются неморальные виды: *Actaea spicata* L., *Anemone nemorosa* L., *Anemone ranunculoides* L., *Ficaria verna* Huds., *Aegopodium podagraria* L., *Gagea lutea* (L.) Ker-Gawl. Из прочих древесных пород часто встречаются *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. и нередко – *Populus alba* L. и *Salix caprea* L.

Интродуценты в парке почти не сохранились. Помимо вышеупомянутого *Juniperus chinensis*, к ним можно отнести *Populus alba*, *Syringa*

vulgaris L., *Dianthus barbatus* L., *Bellis perennis* L. В долинах рек на юге республики *P. alba* является скорее аборигенным видом, но в старинных парках Беларуси считается одним из самых распространенных интродуцентов. *B. perennis* и *D. barbatus*, возможно, сохранились от старых парковых посадок и одичали. *Prunus domestica* L. и *Hordeum vulgare* L. можно также считать «убежавшими из культуры». Один вид из списка является заносным – это *Conyza canadensis* (L.) Cronq.

Применение экологических шкал Г. Элленберга показало, что по отношению к свету в парке преобладают факультативные гелиофиты (56,5 %) и гелиофиты (28,3 %), т. к. деревья растут разобщенно, подлесок отсутствует. Наиболее многочисленны гигромезофиты (35,7 %) и мезогигрофиты (23,8 %), нейтрофилы (26,9 %) и умеренные базофилы (38,5 %), мезотрофы (37,2 %) и эутрофы (44,2 %).

Заключение. Таким образом, парк Можейково не отличается видовым богатством или наличием ценных интродуцентов и редких видов. Однако проведенная нами на территории парка фитоиндикация свидетельствует о весьма благоприятных для растений условиях жизни, а значит, и о реальной возможности реконструкции парковой части усадебного комплекса. Несколько повышенную влажность почвы можно было бы уменьшить путем возрождения «панского» пруда.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаранович, И. Оценка современного состояния старинных парков Беларуси [Электронный ресурс] / И. Гаранович // Наука и инновации. – 2011. – № 5. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-sovremennogo-sostoyaniya-starinnyh-parkov-belarusi>. – Дата доступа: 19.02.2022.

2. Определитель высших растений Беларуси / под ред. В. И. Парфенова. – Минск : Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.

3. Селевич, Т. А. Видовой состав сосудистых растений парка Городно Вороновского района Гродненской области / Т. А. Селевич, А. А. Войтеховская // Актуальные проблемы изучения и сохранения фито- и микобиоты : материалы III междунар. науч.-практ. конф., Минск, 11–13 нояб. 2020 г. / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: В. Н. Тихомиров (отв. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2020. – С. 75–79.

К содержанию

М. А. КОЛЯДИЧ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – А. С. Домась, канд. с.-х. наук, доцент

ОЦЕНКА ГУМУСОВОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ НЕКОТОРЫХ ПРИДОРОЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ Г. БРЕСТА

Актуальность. Изучение экологической ситуации почвенного покрова в городе является одним из приоритетных направлений в политике государства, т. к. с каждым годом увеличивается антропогенное воздействие на окружающую среду. Транспорт, промышленность, процессы строительства, механические воздействия и постоянный принос чужеродного материала оказывают значительную нагрузку на почвенную систему, что приводит к изменению практически всех ее компонентов и, следовательно, к нарушениям функционирования городской среды в целом.

Транспортная инфраструктура с каждым годом расширяется, количество автотранспорта неуклонно растет. Почвы придорожных территорий испытывают едва ли не самое значительное экологическое давление в г. Бресте (загрязнение выхлопными газами, продуктами истирания шин, тормозных колодок и покрытия автодорог). Большая часть вредных веществ, выбрасываемых с выхлопными газами автомобилей, интенсивно оседает на расстоянии до 15–20 м от дорожного полотна, что приводит к ослаблению процессов почвообразования и развитию деградации почвы.

Важным фактором безопасности почв выступает обеспеченность их почвенным органическим веществом – гумусом, одной из главных функций которого является санитарно-защитная. Благодаря высокой биологической активности гумус разрушает остатки различных токсикантов, снижает негативное влияние городской среды не только на саму почву, но и на растительный и животный мир. Изучению гумусового состояния почв придорожных территорий уделено недостаточное внимание, о чем свидетельствует относительно малое количество подобных работ, особенно в условиях юго-запада Беларуси. В связи с этим данное исследование определенно является актуальным.

Цель работы – оценить гумусовое состояние почв некоторых придорожных территорий г. Бреста.

Материалы и методы. Объектом исследования выступили почвы придорожных территорий по ул. Лейтенанта Рябцева, ГОБК, Варшавское шоссе, Московской, по Партизанскому проспекту и в окрестностях д. Костычи.

Отбор образцов производился маршрутным методом. Смешанный образец составлялся из пяти точечных проб, взятых на глубине 0–20 см на расстоянии 10 м друг от друга вдоль дорожного полотна. Расстояние от дорожного полотна составляло 2 м. По гранулометрическому составу данные почвы относились к связно-песчаным.

Определение валового содержания гумуса в почве производили с помощью метода И. В. Тюрина, основанного на мокром озолении органического вещества с помощью $K_2Cr_2O_7$. Качественный состав гумуса определялся методом И. В. Тюрина в модификации В. В. Пономаревой и Т. А. Плотниковой.

Результаты и их обсуждение. Содержание гумуса в исследованных почвенных образцах варьировало в широких пределах – от 0,36 % (Варшавское шоссе) до 3,31 % (ул. Московская вдоль парка Воинов-интернационалистов), что связано со сложно диагностируемым генезисом данных почв, т. к. материнской породой для них часто являются насыпные или перемешанные грунты. Среднее содержание гумуса составило 2,06 %, что согласно классификации гумусированности почв, предложенной Д. С. Орловым и Л. А. Александровой, квалифицируется как низкое [4]. Схожие результаты отмечаются у многих авторов [1–3].

Состав гумуса почв придорожных территорий отличался значительной вариабельностью признаков, что является свидетельством неоднородности условий, в которых происходит развитие подобных почв. Исследованные почвы характеризовались преимущественно гуматно-фульватным составом со значительным содержанием гуминовых веществ. Среднее соотношение $S_{гк}/S_{фк}$ составило 0,98, что, вероятно, является следствием вымывания фульвокислот, как наиболее подвижных соединений гумусовых веществ ввиду легкого гранулометрического состава [5].

Во всех исследуемых образцах преобладают фракции ГК-3 и ФК-3 на фоне относительно низкого содержания подвижных фракций, и особенно фракции ФК-1а (не более 2,2 % от $C_{орг}$). Наименьшее ее содержание определено вдоль Варшавского шоссе (0,3 % от $C_{орг}$). Невысокое содержание подвижных фракций, вероятно, является следствием малых объемов поступающего свежего органического вещества на поверхность почв данных территорий, в связи с чем происходит перестройка и дальнейшая ароматизация гумусовых молекул. В составе подвижных фракций отмечается небольшое преобладание доли фульвокислот. Также в составе исследуемых почв присутствуют ионы Ca^{2+} , о чем может свидетельствовать несколько повышенное содержание гумусовых фракций, связанных с данным ионом (ГК-2 + ФК-2 варьирует в диапазоне от 4,6 % от $C_{орг}$ по ул. Лейтенанта Рябцева до 10,5 % в д. Костычи).

Содержание гумина довольно высокое – 48,9–66,7 %, что, по нашему мнению, является свидетельством снижения минерализации органического вещества вследствие снижения интенсивности микробиологических процессов ввиду интенсивной техногенной нагрузки на данные почвы.

Выводы. В почвах придорожных территорий выявлено относительно невысокое содержание гумуса, что вызвано активной антропогенной нагрузкой и радикальным изменением почвенного покрова городских территорий.

В исследованных почвах придорожных территорий отмечено низкое содержание подвижных фракций, что свидетельствует об устойчивости гумуса, его сохранении в гумусовом горизонте.

Полученные данные послужат основой дальнейшего изучения почвенного покрова города, а также будут иметь ценность для прогнозирования последствий техногенеза и создания теоретических основ почвенного мониторинга урбоэкосистем.

Работа выполнена в рамках задания 1.02 подпрограммы «Природные ресурсы и их рациональное использование» ГПНИ «Природные ресурсы и окружающая среда» на 2021–2025 гг. НИР «Оценка гумусового состояния и биологической активности почв урбанизированных территорий с различной техногенной нагрузкой» (№ ГР 20211453 от 20.05.2021).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бодяковская, Е. А. Загрязнение почвы придорожной полосы транспортной магистрали / Е. А. Бодяковская, О. А. Малюк // Весн. Мазыр. дзярж. пед. ун-та імя І. П. Шамякіна. Біял. навукі. – 2020. – № 1 (55). – С. 3–8.

2. Гасымова, Л. С. Современное состояние урбаноземов в ядре агломерации Баку / Л. С. Гасымова // Бюл. науки и практики. – 2019. – Т. 5, № 3. – С. 128–134.

3. Обутова, Д. В. Органическое вещество в почвах транспортных и рекреационных зон города Якутска / Д. В. Обутова, М. В. Щелчкова // Научные междисциплинарные исследования : сб. ст. XIV Междунар. науч.-практ. конф., Саратов, 20 мая 2021 г. / НОО «Цифровая наука» ; отв. ред. Н. В. Емельянов. – М., 2021. – С. 24–31.

4. Орлов, Д. С. Практикум по химии гумуса / Д. С. Орлов, Л. А. Гришина. – М. : МГУ, 1981. – 272 с.

5. Кислотно-основные свойства и фракционно-групповой состав гумуса дерново-подзолистой глееватой песчаной почвы при разном уровне антропогенного воздействия / О. Ю. Павлова [и др.] // Zemljiste i biljka. – 2018. – Т. 67, № 1. – С. 46–63.

К содержанию

Ю. А. КОМАРЧУК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Ю. В. Бондарь, старший преподаватель

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭПИДЕРМЫ ЛИСТА
RHODODENDRON CATAWBIENSE MICHX. ПЕРВОГО ГОДА
ЖИЗНИ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В РАЗНЫХ РАЙОНАХ
ИНТРОДУКЦИИ**

Актуальность. Изучение эпидермы листа представляет интерес для систематики, для проведения научных исследовательских экспертиз. Является классическим направлением в экологической анатомии растений.

Эпидермис листа представляет собой живую ткань [1]. Эпидерма у всех растений состоит из клеток нескольких типов: основных клеток, замыкающих клеток устьиц и клеток трихом (волосков).

Основные клетки расположены очень плотно. У разных листьев они могут варьировать по форме и размерам.

В эпидермисе имеются щелевидные межклетники, окруженные устьицами, которые представляют собой замыкающие клетки. Устьица могут располагаться как на одной из сторон листа (абаксиальной или адаксиальной), так и на обеих его сторонах. Устьица в листьях могут располагаться на одном уровне с основными клетками, приподнятыми над ними или немного погруженными в ткань листовой пластинки.

Трихомы – выросты эпидермальных клеток, составляющие опушение органа. Трихомы бывают кроющими и железистыми. Кроющие служат для защиты растения от перегрева, излишней транспирации. Железистые выполняют функцию выделения веществ. Трихомы бывают одноклеточными и многоклеточными [2].

Наиболее постоянным признаком в структуре клеточных оболочек эпидермиса является наличие в них кутина и кутикулы [1].

Цель – провести сравнительный анализ эпидермы листьев *Rhododendron catawbiense* Michx. первого года жизни, произрастающих в разных районах интродукции.

Материалы и методы. Для исследований был произведен сбор листьев *Rhododendron catawbiense* Michx. первого года жизни, выращенных в условиях г. Бреста из семян репродукции Центрального ботанического сада и Главного ботанического сада имени Н. В. Цицина РАН.

Образцы были помещены в 96 %-й спирт и выдерживались в смеси спирта и глицерина 10–15 дней. Срезы окрашивали регрессивным спосо-

бом, помещая в сафранин и нильский синий. После этого они подвергались дегидратации в спирте разной концентрации (50 %, 75 %, 90 %). Срезы обрабатывались карбол-ксилолом и ксилолом, после чего помещались в канадский бальзам [3].

Результаты исследования. Объектом исследования явился представитель рода *Rhododendron* L. – *Rhododendron catawbiense* Michx.

Rhododendron catawbiense Michx. – вечнозеленый широковетвистый кустарник высотой до 2 м, иногда деревце высотой до 3–3,5 м. Листья от эллиптических до продолговато-эллиптических закругленные или заостренные, к основанию суженные, со слегка завернутым краем, сверху темно-зеленые, блестящие, снизу бледнее, с обеих сторон голые. Цветки по 15–20 в плотных соцветиях. Цветоножки длиной 2,5–3,5 см, ржаво-опушенные, железистые. Венчик сиренево-пурпурный различных оттенков с зеленоватыми крапинками. Тычинок 10, нити белые, у основания густо опушенные. Завязь с коричневым войлочным опушением. Столбик голый. Цветет в мае-июне. Растения предпочитают кислые почвы, богатые перегноем и не переносят известковых [4].

В условиях Бугско-Полесского региона (г. Брест) эпидерма листа первого года имеет следующее строение:

1. Верхний эпидермис однослойный. Основные клетки его овально-прямоугольной формы. Стенки основных клеток утолщены равномерно, толщина их внешних стенок $7,4 \pm 0,24$ мкм. Тангентальный размер основных клеток $52,5 \pm 0,36$ мкм. Радиальный размер $27,68 \pm 0,38$ мкм. Устьица, трихомы и кутикула отсутствуют.

2. Нижний эпидермис однослойный. Клетки различной формы, то более вытянутые, то более округлые. Тангентальный размер основных клеток составляет $27,76 \pm 0,35$ мкм. Радиальный размер клеток составляет $18,16 \pm 0,34$ мкм.

3. Устьичный аппарат аномоцитного типа. Устьица расположены хаотично, на уровне эпидермиса, не погруженные [5].

В условиях Главного ботанического сада имени Н. В. Цицина РАН эпидерма листа первого года имеет следующее строение:

1. Верхний эпидермис однослойный. Основные клетки верхнего эпидермиса овально-прямоугольной формы. Стенки основных клеток утолщены равномерно, толщина их внешних стенок $2,52 \pm 0,1$ мкм. Тангентальный размер основных клеток $11,04 \pm 0,165$ мкм. Радиальный размер $6,12 \pm 0,163$ мкм. Присутствует кутикула. Ее радиальный размер составляет $7,04 \pm 0,165$ мкм. Трихомы отсутствуют.

2. Нижний эпидермис однослойный. Клетки различной формы, то более вытянутые, то более округлые. Тангентальный размер основных клеток составляет $8,96 \pm 0,174$ мкм. Радиальный размер клеток составляет $8,92 \pm 0,159$ мкм.

3. Кутикула присутствует, ее радиальный размер – $7,08 \pm 0,16$ мкм.

4. Устьичный аппарат аномоцитного типа. Устьица расположены хаотично, на уровне эпидермиса, не погруженные [6].

Заключение. У *Rhododendron catawbiense* Michx. в строении эпидермы листьев в разных условиях произрастания наблюдаются некоторые отличия. Лист первого года в условиях г. Бреста не имеет кутикулы в верхней эпидерме, в то время как лист первого года в условиях Главного ботанического сада имени Н. В. Цицина РАН в верхней эпидерме ее содержит. Существуют различия в размерах клеток и тканей. Так, толщина внешних стенок основных клеток верхней эпидермы листа первого года в условиях г. Бреста примерно в два раза больше, чем их толщина у листа первого года в условиях Главного ботанического сада имени Н. В. Цицина РАН. Тангентальный и радиальный размеры основных клеток как в верхней, так и в нижней эпидермах листьев в условиях г. Бреста также в несколько раз больше, чем размеры основных клеток у листьев в условиях Главного ботанического сада имени Н. В. Цицина РАН.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Эсау, К. Анатомия растений / К. Эсау. – М. : Мир, 1969. – 554 с.
2. Лотова, Л. И. Морфология и анатомия высших растений : учеб. пособие / Л. И. Лотова. – М. : Эдиториал УРСС, 2000. – 528 с.
3. Еремин, В. М. Выпускные квалификационные работы по структурной и экологической анатомии растений : метод. рекомендации к выполнению ВКР / В. М. Еремин, Н. В. Шкуратова. – Южно-Сахалинск, 2008. – 32 с.
4. Володько, И. К. Рододендроны – древесные розы / И. К. Володько // Наука и инновации. – 2015. – № 3 (145). – С. 12–14.
5. Бондарь, Ю. В. Морфоанатомические аспекты эпидермы листа первого и второго года жизни некоторых зимне-зеленых видов рода *Rhododendron* L. в условиях Бугско-Полесского региона / Ю. В. Бондарь, С. В. Зеркаль // Самар. науч. вестн. – 2017. – Т. 6, № 1 (18). – С. 14–19.
6. Сравнительное анатомическое строение листа *Rhododendron catawbiense* Michx. и *Rhododendron Brachycarpum* D. Don, произрастающих в условиях Главного ботанического сада имени Н. В. Цицина РАН / Ю. В. Бондарь [и др.] // Самар. науч. вестн. – 2021. – Т. 10, № 1. – С. 33–40.

К содержанию

А. А. КРУКОВИЧ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – С. М. Ленивко, канд. биол. наук, доцент

ОТЗЫВЧИВОСТЬ ЛИСТОВЫХ ЭКСПЛАНТОВ ДВУХ СОРТОВ МАЛИНЫ НА УСЛОВИЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ

Актуальность. В настоящее время особую значимость приобретают клеточно-инженерные методы для воспроизведения трудно размножаемых в обычных условиях видов растений, в том числе и ремонтантной малины. Малина ремонтантная, дающая два урожая в год, по сравнению с обыкновенной трудна в размножении, поскольку современные высокопродуктивные сорта формируют мало побегов замещения и отпрысков, используемых для традиционного вегетативного размножения. В Республике Беларусь размножение малины красной (*Rubus idaeus* L.) в условиях *in vitro* имеет большое значение в плане создания высококачественного посадочного материала. Так, проведенный анализ данных литературы показал, что с 2007 г. ведется планомерная работа по включению сортов малины красной в Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород Республики Беларусь как для промышленного, так и для приусадебного возделывания. Обновление сортимента происходит за счет интродукции, что, в свою очередь, обуславливает необходимость в получении в достаточном количестве качественного посадочного материала.

Цель работы – оценить генотипические различия двух сортов ремонтантной малины по индукции морфогенетических процессов в культуре листовых эксплантов *in vitro*.

Материалы и методы. Объект исследования – листовые экспланты двух сортов ремонтантной малины Поляна и Полька.

У сорта ремонтантной малины Поляна листья очередные, черешковые, сложные, с 3–7 яйцевидными листочками, сверху ярко-зеленые, снизу беловатые. Побеги покрыты небольшими немногочисленными шипами. Листья сорта ремонтантной малины Полька крупные, вытянутой формы, с зазубринами по краям. Листовая пластина насыщенного ярко-зеленого цвета. Шипы на побегах мелкие, практически незаметные. Таким образом, листья у сортов Поляна и Полька имеют схожее строение.

В качестве эксплантов в настоящей работе нами были использованы черешковые простые лопатные с железистым опушением листья двух сортов малины (рисунок) из коллекции пробирочных растений кафедры зоологии и генетики БрГУ имени А. С. Пушкина.

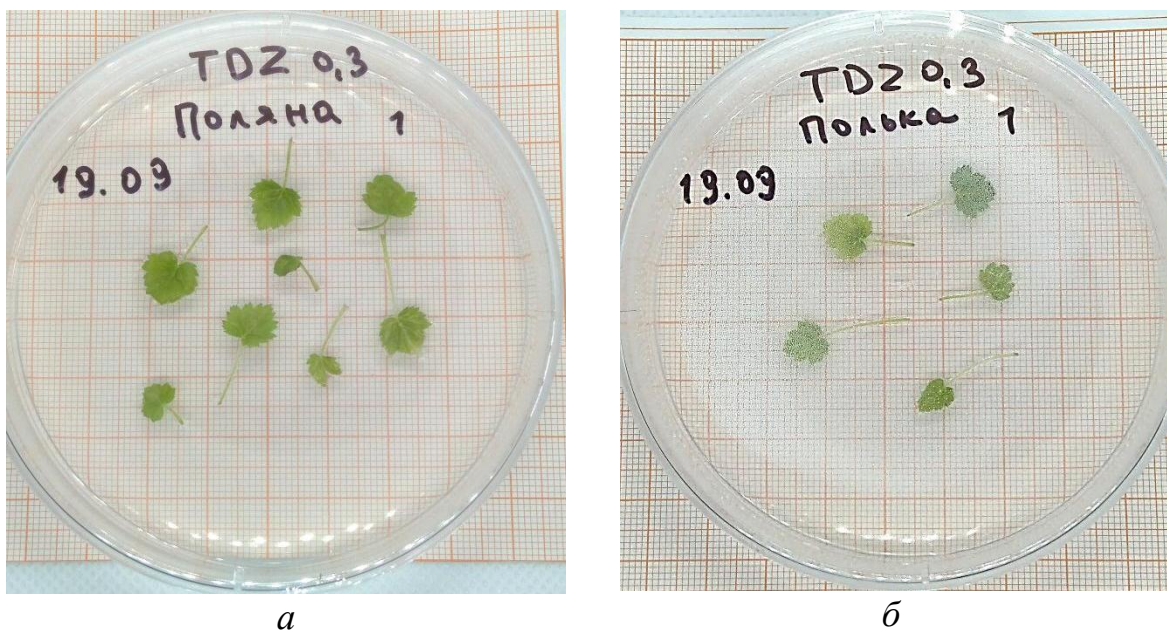


Рисунок – Используемые в качестве эксплантов листья двух сортов ремонтантной малины:

а – листовые экспланты сорта Поляна; *б* – листовые экспланты сорта Полька

Разработка подходов по инициации процессов каллусогенеза и регенерации в культуре *in vitro* листовых эксплантов – перспективное направление, поскольку листочки сложного листа у ремонтантных сортов малины Поляна и Полька являются простыми и доступными объектами, которые можно получить в большом количестве в отличие от верхушечных меристем, выделяемых из вегетативных почек.

Предмет исследования – ответные реакции листовых эксплантов ремонтантной малины на добавление в питательную среду, приготовленную по прописи Мурасиге и Скуга, тидиазурина (TDZ) – TDZ 0,3 (в концентрации 0,3 мг/л) и TDZ 0,5 (в концентрации 0,5 мг/л). Эксперимент по гормональной индукции процессов морфогенеза в культуре листовых эксплантов двух сортов малины красной проводился на протяжении четырех недель (28 суток).

На 7-е и 14-е сутки эксперимента проводили регистрацию изменения цвета листовых эксплантов (бурых, зеленых), а также регистрировали количество фенольных пятен. На 28-е сутки эксперимента проводили регистрацию количества листовых эксплантов с каллусами.

Для анализа полученных данных использовались статистические методы – анализ альтернативных вариаций по качественному признаку и анализ достоверности полученных результатов по t-критерию Стьюдента.

Результаты исследований. Оценка полученных показателей позволила нам охарактеризовать адаптационные процессы, протекавшие в ли-

стовых эксплантах двух сортов ремонтантной малины, к условиям культивирования на 7-е и 14-е сутки. Сравнив реакцию на условия культивирования у двух сортов, установили достоверность наблюдаемых различий только на питательной среде с TDZ 0,3: у сорта Поляна частота зеленых эксплантов составляла 35,0 %, а у сорта Полька – 70,59 %, таким образом, различия составляли 35,59 %. Следствием плохой адаптации оказалась достоверно более высокая частота наблюдавшихся бурых эксплантов на питательной среде с TDZ 0,3: у сорта Поляна частота бурых эксплантов составляла 65,0 %, а у сорта Полька – 29,41 %, таким образом, различия составляли 35,59 %. На питательной среде с TDZ 0,5 листовые экспланты сорта Поляна также продемонстрировали сниженную адаптацию по сравнению с сортом Полька. Однако достоверность наблюдаемых различий не была установлена. Таким образом определено, что листовые экспланты малины сорта Поляна плохо адаптировались к условиям культивирования, поскольку независимо от содержания TDZ в питательной среде частота эксплантов, сохранивших зеленую окраску, была ниже, чем у сорта Полька.

На 21-е и 28-е сутки эксперимента установлено, что на индукцию каллусогенеза у листовых эксплантов ремонтантной малины в условиях *in vitro* большее влияние оказывает генотип сорта, при этом концентрация TDZ в питательной среде проявляет различное влияние на данный показатель в зависимости от генотипа. В частности, показано, что процент эксплантов с каллусами у сорта Поляна на питательной среде с TDZ 0,3 был больше (80,0 %), чем на среде с TDZ 0,5 (50,0 %), при этом различия на 28-е сутки оказались статистически достоверными и составили 30 %.

Процент эксплантов с каллусами у сорта Полька на питательной среде с TDZ 0,5 оказался выше на 14,41 %, чем на среде с TDZ 0,3, и составил соответственно 85,0 % и 70,59 %.

Заключение. Отмечено, что формирование каллусов происходило преимущественно по периферии листовых пластинок и у основания черешка. В то же время у некоторых черешков наблюдалось образование на их середине дополнительных зон каллусной ткани. Полученные результаты показали, что индукция образования дополнительных зон каллусогенеза у листовых эксплантов ремонтантной малины в условиях *in vitro* находится под контролем генотипа сорта. Однако изменение концентрации TDZ в питательной среде также оказывает влияние на формирование дополнительных зон каллусов на черешках культивируемых листовых пластинок. Установлено, что TDZ в концентрации 0,3 мг/л оказывает положительное влияние на дополнительный каллусогенез у обоих сортов. Данные исследований могут быть использованы в дальнейших опытах по культивированию листовых эксплантов в культуре *in vitro*.

К содержанию

**А. А. КУЛИК¹, В. В. САВЧЕНКО¹, Ю. А. ТАИРБЕРГЕНОВ²,
М. В. ЯГЛИНСКАЯ³, И. Э. ТИМОЩЕНКО³, А. А. КАПИНСКАЯ³**

¹Гомель, Институт леса НАН Беларуси

²Нур-Султан, КазАУ имени С. Сейфуллина

³Мозырь, МПГУ имени И. П. Шамякина

Научный руководитель – В. В. Копытков, д-р с.-х. наук, доцент

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ЛЕСНОГО ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ЛЕСНОГО И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Актуальность. Использование отходов лесного и сельскохозяйственного производства для выращивания сеянцев лесных пород позволяет получить новые органические удобрения, которые обеспечивают выход сеянцев лесных пород с наибольшими биометрическими показателями.

Цель – разработать органическое удобрение с использованием отходов для увеличения биометрических показателей сеянцев.

Материалы и методы. Исследования проведены в лесных питомниках опытных лесхозов при выращивании сеянцев лесных пород с открытой и закрытой корневой системой. Одним из основных показателей готовности коровых компостов является соотношение углерода к азоту (С : N) как 40 : 1 [1, с. 8]. Предпосевная подготовка семян осуществлялась путем их намачивания в водных растворах микроэлементов «Наноплант» при температуре 18–20 °С в течение 12 часов. В качестве контрольного варианта опыта использовали субстрат Докшицкого торфопредприятия, который рекомендуется Министерством лесного хозяйства Республики Беларусь [2, с. 7]. Норма внесения данного субстрата составила 80 т/га.

Биометрические показатели сеянцев лесных пород определяли в соответствии с ТКП-2015 [3, с. 36]. Полученные данные обработаны методом математической статистики.

Результаты исследований. Расчет показателя соотношения С : N в коровых компостах представлен в таблице 1. Величина соотношения С : N в коровых компостах с органоминеральными добавками после восьми месяцев компостирования субстратов по вариантам опыта колебалась в пределах от 30 до 68 единиц.

В компостах № 1 и № 2, основу которых составляла хвойная кора без органических добавок, этот показатель превышал оптимальный (40 единиц и менее) более чем в 1,5 раза и составил 67–68 единиц. Следовательно,

данные компосты по своим химическим свойствам были не готовы для применения в качестве органического удобрения и требуют более длительного периода компостирования.

Таблица 1 – Показатель соотношения азота к углероду в коровых компостах по вариантам опыта

Состав компостов	№ субстрата	Содержание, % на абс. сух. массу			Показатель соотношения С : N
		общего азота	органического углерода	зольность	
Хвойная кора с листовой землей	1	0,209	31,66	68,34	68,2
Хвойная кора с минеральными удобрениями	2	0,200	29,74	70,26	66,9
Хвойная кора + куриный помет (4 : 1)	3	0,297	23,46	76,54	35,6
Хвойная кора + торф + помет (4 : 1 : 1)	4	0,295	25,13	74,87	38,3
Хвойная кора + хвойные опилки + помет (1 : 1 : 1)	5	0,300	20,04	79,96	30,1

В соответствии с требованиями и нормами, предъявляемыми к коровым компостам по величине показателя соотношения С : N, компосты № 3–5 готовы для применения в качестве органического удобрения в питомнике. Этот показатель в них варьировал от 30 до 38 единиц.

Результаты исследований и полученные данные о влиянии органических удобрений и предпосевной подготовки семян на рост сеянцев сосны обыкновенной представлены в таблице 2. Высота надземной части сеянцев с закрытой корневой системой на контрольном варианте опыта на 21 % меньше по сравнению с открытой корневой системой.

Получены математически достоверные отличия по высоте надземной части сеянцев сосны обыкновенной по вариантам опыта. Диаметр корневой шейки не зависит от агротехники выращивания. Математическая обработка полученных данных не показала их достоверность.

Наибольшая воздушно-сухая масса надземной части сеянцев получена на варианте с использованием органических удобрений и предпосевной обработкой семян с открытой корневой системой. На данном варианте опыта воздушно-сухая масса корней на 28 % больше по сравнению с закрытой корневой системой.

Таблица 2 – Биометрические показатели сеянцев сосны обыкновенной с открытой и закрытой корневой системой в Кобринском постоянном лесном питомнике

Варианты опыта	Биометрические показатели сеянцев		Воздушно-сухая масса сеянца, г		
	высота надземной части, см	диаметр стволика у корневой шейки, мм	надземная	корней	всего
С закрытой корневой системой					
1. Контроль	7,5 ± 0,23	1,8 ± 0,11	0,42 ± 0,06	0,18 ± 0,03	0,60 ± 0,04
2. Предпосевная подготовка семян	7,8 ± 0,26	1,9 ± 0,13	0,44 ± 0,08	0,19 ± 0,04	0,63 ± 0,06
3. Использование ОМС	8,3 ± 0,25	2,0 ± 0,14	0,50 ± 0,07	0,22 ± 0,03	0,72 ± 0,07
4. Внесение ОМС, предпосевная подготовка семян	9,0 ± 0,28	2,2 ± 0,15	0,53 ± 0,09	0,24 ± 0,04	0,77 ± 0,08
С открытой корневой системой					
1. Контроль	9,1 ± 0,28	1,7 ± 0,10	0,48 ± 0,08	0,17 ± 0,02	0,65 ± 0,06
2. Предпосевная подготовка семян	9,4 ± 0,30	1,9 ± 0,12	0,51 ± 0,10	0,19 ± 0,03	0,70 ± 0,05
3. Использование ОМС	12,0 ± 0,31	2,1 ± 0,13	0,60 ± 0,12	0,21 ± 0,05	0,81 ± 0,08
4. Внесение ОМС, предпосевная подготовка семян	15,4 ± 0,29	2,3 ± 0,14	0,68 ± 0,14	0,24 ± 0,06	0,92 ± 0,10

Заключение. Таким образом, использование отходов лесного и сельскохозяйственного производства позволяет показать новые органические удобрения, которые эффективно могут быть использованы при выращивании лесного посадочного материала с открытой и закрытой корневой системой.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Компосты из коры. Технические условия : ОСТ 56-56-83. – Введ. 08.12.1983. – М. : Гос. ком. СССР по лесному хоз-ву : Архангел. ин-т леса и лесохимии, 1983. – 12 с.

2. Субстраты торфяно-перлитные. Технические условия : ТУ ВУ 100061961.002-2015 / Респ. лесной селекц.-семеновод. центр. – Минск : М-во лесного хоз-ва Респ. Беларусь, 2015. – 12 с.

3. Наставление по выращиванию посадочного материала древесных и кустарниковых видов в лесных питомниках Республики Беларусь : ТКП ТКП/ПР-1-2015. – Минск : Минлесхоз, 2015. – 55 с.

К содержанию

Н. М. КУШПЕТ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – М. В. Левковская, старший преподаватель

БОЛЕЗНИ НЕКОТОРЫХ ПЛОДОВЫХ РАСТЕНИЙ Д. ГУТА ДРОГИЧИНСКОГО РАЙОНА

Актуальность. Фитопатогенные грибы всегда привлекали внимание исследователей, т. к. многие из них способны при определенных условиях привести к вспышке заболевания, вызвать значительное поражение вегетативной и репродуктивной сферы растений, привести к потере декоративности, потере значительной части урожая или гибели всего растения [1].

Цель – проанализировать видовой состав фитопатогенных грибов, вызывающих наиболее распространенные типы болезней листьев древесных плодовых культур в агроценозах д. Гута Дрогичинского района.

Материалы и методы. Фитопатологические исследования группы плодовых древесных растений на территории агроценозов д. Гута Дрогичинского района проводили в течение вегетационного периода 2021 г. Материалом для исследования служили пораженные листья растений, которые подвергали анализу морфологических макропризнаков повреждений и последующему микроскопическому анализу [3]. Таксономия паразитических грибов приведена согласно электронным базам Mycobank и Index Fungorum [4; 5].

Результаты исследований. В ходе микологических исследований на территории агроценозов д. Гута Дрогичинского района выявлены типы болезней листьев следующих культур: *Cerasus vulgaris* Mill., *Malus domestica* Borkh., *Persica vulgaris* Mill., *Pyrus communis* L., *Juglans regia* L., *Vitis vinifera* L. Наиболее часто встречались следующие микозы вышеперечисленных растений-хозяев: коккомикоз, парша, антракноз, пятнистости, ложная мучнистая роса, курчавость листьев и ржавчина листьев.

Возбудителями наиболее распространенных типов грибных болезней листьев питающих растений являются 10 видов, относящихся к восьми родам, семи семействам и семи порядкам, принадлежащих пяти классам трех отделов грибоподобных организмов и грибов: *Oomycota*, *Ascomycota*, *Basidiomycota* (таблица).

К порядку *Peronosporales* класса *Oomycetes* отдела *Oomycota* относится один вид *Plasmopara viticola* (Berk. & M.A. Curtis) Berl. & De Toni – возбудитель ложной мучнистой росы (милдью), описанный на листьях *Vitis vinifera*.

Таблица – Таксономический состав возбудителей

Класс	Порядок	Семейство	Род	Кол-во видов
Отдел <i>Oomycota</i>				
<i>Oomycetes</i>	<i>Peronosporales</i>	<i>Peronosporaceae</i>	<i>Plasmopara</i>	1
Отдел <i>Ascomycota</i>				
<i>Dothideomycetes</i>	<i>Botryosphaeriales</i>	<i>Phyllostictaceae</i>	<i>Phyllosticta</i>	1
	<i>Venturiales</i>	<i>Venturiaceae</i>	<i>Venturia</i>	2
<i>Leotiomycetes</i>	<i>Helotiales</i>	<i>Dermateaceae</i> (<i>Drepanopezizaceae</i>)	<i>Gloeosporium</i> <i>Marssonina</i>	3
	<i>Rhytismatales</i>	<i>Rhytismataceae</i>	<i>Coccomyces</i>	1
<i>Taphrinomycetes</i>	<i>Taphrinales</i>	<i>Taphrinaceae</i>	<i>Exoascus</i>	1
Отдел <i>Basidiomycota</i>				
<i>Pucciniomycetes</i>	<i>Pucciniales</i>	<i>Gymnosporangiaceae</i>	<i>Gymnosporangium</i>	1

Подавляющее большинство паразитических грибов относится к отделу *Ascomycota*: порядкам *Botryosphaeriales*, *Venturiales* класса *Dothideomycetes*, порядкам *Helotiales*, *Rhytismatales* класса *Leotiomycetes*, порядку *Taphrinales* класса *Taphrinomycetes*, – вызывая бурую пятнистость, паршу, режу антракноз, а также коккомикоз на листьях *Cerasus vulgaris* и курчавость листьев *Persica vulgaris*.

Возбудитель ржавчины *Gymnosporangium sabinae* (Dicks.) G. Winter порядка *Pucciniales* класса *Pucciniomycetes* отдела *Basidiomycota* зарегистрирован на листьях *Pyrus communis*.

Заключение. На плодовых древесных растениях в условиях д. Гута Дрогичинского района выявлены семь основных типов болезней листьев, возбудителями которых являются 10 видов фитопатогенных грибов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Поликсенова, В. Д. Фитопатогенные микромицеты на территории Пружанского района Брестской области / В. Д. Поликсенова, И. Фетина // Биология, систематика и экология грибов и лишайников в природных экосистемах и агрофитоценозах : материалы II Междунар. конф., Минск – д. Каменюки, 20–23 сент. 2016 г. / НАН Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича ; Нац. парк «Беловеж. пуца». – Минск : Колорград, 2016. – С. 177–181.

2. Определитель болезней растений / М. К. Хохряков [и др.]. – 3-е изд., испр. – СПб. : Лань, 2003. – 592 с.

3. Mycobank [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mycobank.org>. – Дата доступа: 11.03.2022.

4. Index Fungorum [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.indexfungorum.org>. – Дата доступа: 11.03.2022.

К содержанию

А. С. ЛАПУКА

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – А. П. Колбас, канд. биол. наук, доцент

БИОТЕСТИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНЬЮГАТОВ ПРИРОДНЫХ БРАССИНОСТЕРОИДОВ С КИСЛОТАМИ НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ФЕСТУЛОЛИУМА

Актуальность. Брассиностероиды (БС) являются важной группой биорегуляторов растений. Для них задокументирован широкий спектр биологических эффектов. Изученные литературные данные показали, что БС оказывают комплексное влияние на структурные и функциональные показатели растений, безопасны в использовании и не вредят окружающей среде [1–3]. Их протекторные свойства применяются в сельском хозяйстве. Однако на данный момент изучение влияния БС на злаковые растения, несмотря на их важное хозяйственное значение, в литературе представлено недостаточно.

Основной растительный тест-объект нашего исследования – фестулолиум (*Festulolium*). Представляет собой гибрид овсяницы (*Festuca*) луговой и райграса (*Lolium*) многоукосного. По внешнему виду, урожайности и качеству корма близок к райграсу многоукосному, по долголетию – овсянице луговой. Произрастает на характерных для райграса и овсяницы местообитаниях. Из-за повышенного содержания сахара, свойственного райграсам, характеризуется хорошей поедаемостью. По сравнению с райграсом более зимостоек, облиствен и менее склонен к образованию соцветий в последующих укосах. Выбор объекта обусловлен также высокой скоростью роста и индикативностью, показанной в предыдущих исследованиях [4].

Цель – оценить влияние конъюгатов природных брассиностероидов с кислотами на морфометрические параметры фестулолиума.

Материалы и методы. Из семян фестулолиума отбирали пробы по 50 штук в каждой концентрации. Предварительно замачивали в течение пяти часов в растворах веществ – эпибрассинолида (ЭК) в концентрации 10^{-7} – 10^{-11} М и его конъюгатов с кислотами 2-моносалицилат 24-эпикастастерона (S23) и тетраиндолилацетат 24-эпикастастерона (S31) в концентрациях 10^{-7} – 10^{-11} М соответственно. В качестве контроля использовалась водопроводная вода.

Для проведения лабораторного опыта использовали чашки Петри диаметром 9 см, в которые поместили на дно фильтровальную бумагу

(два слоя) соответствующего диаметра. Затем в каждую чашку наливали по 5 мл исследуемого раствора и равномерно распределяли семена тест-культуры в количестве 50 штук. Итого получено 15 вариантов и контроль, все в трехкратной повторности (итого 48 чашек Петри).

Согласно ГОСТ 12038-84 [5] в чашках Петри на двух слоях увлажненной бумаги раскладывали семена и накрывали от попадания прямых солнечных лучей. Далее семена проращивали на водопроводной воде в чашках Петри при 25 °С. Проветривание осуществляли каждый день. При необходимости увлажняли фильтровальную бумагу по мере подсыхания.

На 5-е сутки отмечали энергию прорастания семян, на 10-е сутки – их всхожесть. Проводили учет длины корней и длины гипокотилия проростков [6], после чего определяли общую и среднюю длину корней и стеблей проростков.

Статистический анализ был проведен с использованием программы Microsoft Excel. Рассчитаны средние величины, стандартные отклонения и ошибки. Достоверные отличия определялись по критерию Стьюдента (* – достоверно при $p \leq 0,1$; ** – при $p \leq 0,05$; *** – при $p \leq 0,01$). Эффективность тестируемых веществ определялась также по изменению параметра в процентах относительно контроля (рисунок).

Результаты исследований. При исследовании воздействия ЭК и его конъюгатов на морфометрические параметры фестулолиума на ранних этапах развития проростка наблюдается небольшое преобладание длины подземной части над надземной.

По отношению к контролю наблюдается как увеличение, так и уменьшение исследуемых параметров. Диапазон средней длины подземной части фестулолиума колебался в пределах от 58,5 мм (S23 10^{-10} М) до 75,2 мм (ЭК 10^{-7} М).

Диапазон средней длины надземной части фестулолиума находился в пределах от 52,8 мм (ЭК 10^{-9} М) до 67,0 мм (S31 10^{-7} М) (рисунок).

По отношению к контролю наблюдается как увеличение, так и уменьшение исследуемых параметров. Так, достоверное уменьшение длины побегов выявлено после обработок ЭК в диапазоне концентраций 10^{-10} – 10^{-8} М (на 8,4–13,4 %), а также после обработки S23 в концентрации 10^{-10} М (на 7,5 %).

Для корней достоверное уменьшение выявлено после обработки семян растворами ЭК в диапазоне концентраций 10^{-10} – 10^{-8} М (на 7–14,5 %), а также растворами S23 в концентрациях 10^{-11} , 10^{-10} и 10^{-7} М (на 11,7 %, 17 % и 8,9 % соответственно) (рисунок).

Заключение. Из протестированных рострегуляторов проявили достоверную биологическую активность ЭК 10^{-7} и 10^{-11} М и его конъюгаты с кислотами S23 и S31 в концентрациях 10^{-9} и 10^{-7} М соответственно.

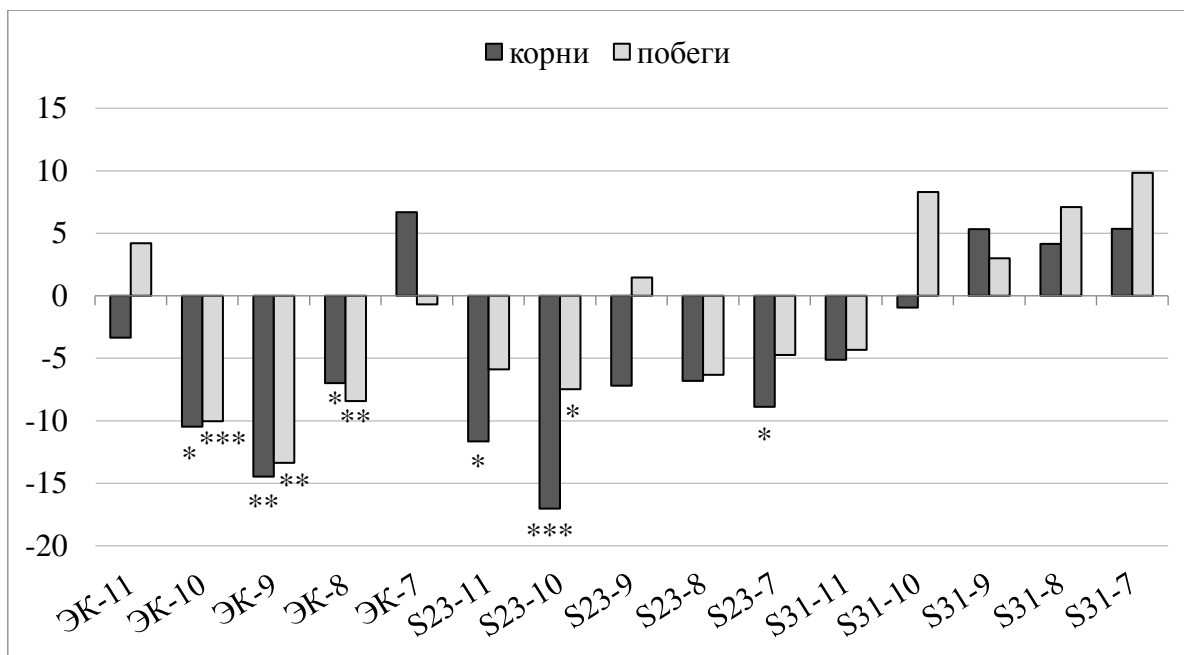


Рисунок – Длины надземных и подземных частей проростков фестулолиума (в % относительно контроля)

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Khripach, V. A. Brassinosteroids. A new class of plant hormones / V. A. Khripach, V. N. Zhabinskii, A. E. Groot. – San Diego : Academic Press, 1999. – 456 p.
2. Hayat, S. Brassinosteroids: A Class of Plant Hormone / S. Hayat, A. Ahmad. – Dordrecht : Kluwer Academic Publishers, 2011. – 260 p.
3. Pereira-Netto, A. B. Brassinosteroids: Practical Applications in Agriculture and Human Health / A. B. Pereira-Netto. – Bentham : Science Publishers, 2012.
4. Колбас, А. П. Структурные и функциональные ответы растений на полиэлементное загрязнение в почвенных сериях / А. П. Колбас, Н. Ю. Колбас, М. А. Пастухова // Весн. Брэсц. ун-та. Сер. 5, Хімія. Біялогія. Навукі аб Зямлі. – 2021. – № 1. – С. 23–33.
5. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. Межгосударственный стандарт : ГОСТ 12038-84. – Введ. 19.12.1984. – М. : Стандартиформ, 2011. – 64 с.
6. Методика определения силы роста семян кормовых культур / В. И. Карпин [и др.]. – М. : Изд-во РГАУ – МСХА, 2012. – 16 с.

К содержанию

С. Н. ЛЕШИК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. С. Ступень, канд. техн. наук, доцент

**МОНИТОРИНГ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ
ОПАСНЫХ ЛЕТУЧИХ ВЕЩЕСТВ ПРЕДПРИЯТИЕМ
ОАО «ЛЯХОВИЧСКИЙ ЛЬНОЗАВОД» ЗА 2020–2021 ГГ.**

Актуальность. Одним из основных параметров, которые характеризуют качество жизни населения, является состояние окружающей среды. В последние десятилетия наблюдается все более тесная взаимосвязь формирования экономики с изменениями в окружающей среде, увеличивается взаимное воздействие как экологии на экономическое развитие, так и результатов хозяйственной деятельности на состояние окружающей среды.

В Республике Беларусь мониторинг атмосферного воздуха проводится Белгидрометом в 19 промышленных городах страны, включая областные центры. Регулярными наблюдениями охвачены территории, на которых проживает 87 % населения. В стране проводится планомерная работа по сокращению выбросов, в том числе за счет мероприятий по строительству, реконструкции, модернизации газоочистных установок. Суммарные выбросы загрязняющих веществ от стационарных и мобильных источников за 2021 г. составляют 1230,9 тыс. т, что на 2,2 % меньше уровня 2020 г. и на 7 % – уровня 2019 г. [1].

На территории Ляховичского района основными предприятиями, загрязняющими атмосферу, являются такие, как ОАО «Ляховичский льнозавод», ОАО «Ляховичский консервный завод», СОАО «Ляховичский молочный завод», ОАО «Ляховичский райагросервис», ОАО «Торфобрикетный завод Ляховичский», ООО «Ляховичидрев Экспорт».

Анализ предоставленных предприятием ОАО «Ляховичский льнозавод» данных дает возможность оценить годовой выброс опасных веществ в атмосферу, несмотря на то что количество использования материалов, изготовленных из льняной продукции, с каждым годом остается неизменным. При небольшом спросе среди населения продукция, изготовленная из качественного льна, становится популярна на выставках в краеведческих музеях. Также льняные изделия остаются популярны при изготовлении белорусских брендов в качестве традиционного сырья.

Цель работы – мониторинг динамики количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух предприятием ОАО «Ляховичский льнозавод» (г. Ляховичи Брестской области) по сезонам за 2020–2021 гг.

Материалы и методы исследования. В результате исследования проанализированы данные акта инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух ОАО «Ляховичский льнозавод» за период 2015–2021 гг. Применялись общие методы исследования: сравнительный анализ отчетности, сравнение, описание, статистическая обработка данных.

Результаты исследований. Согласно санитарной классификации, ОАО «Ляховичский льнозавод» относится к 5-му классу опасности с санитарно-защитной зоной 100 м. Объект относится к 5-й категории воздействия на атмосферный воздух.

Основными загрязняющими веществами являются оксид углерода (II) и оксид серы (IV). Загрязняющие вещества относятся к 3-му и 4-му классу опасности [3].

Согласно анализируемым данным, во втором квартале 2021 г. наблюдается увеличение количества выбросов оксида серы (VI) на 4 % от общего выброса по сравнению с 2020 г. В третьем квартале 2021 г. на 5 % увеличилось количество выбросов оксида углерода (II) в сравнении с аналогичным кварталом 2020 г. В целом же квартальные изменения общих выбросов в 2021 г. не превышают в среднем 2 % в сравнении с 2020 г. (рисунок 1, 2).

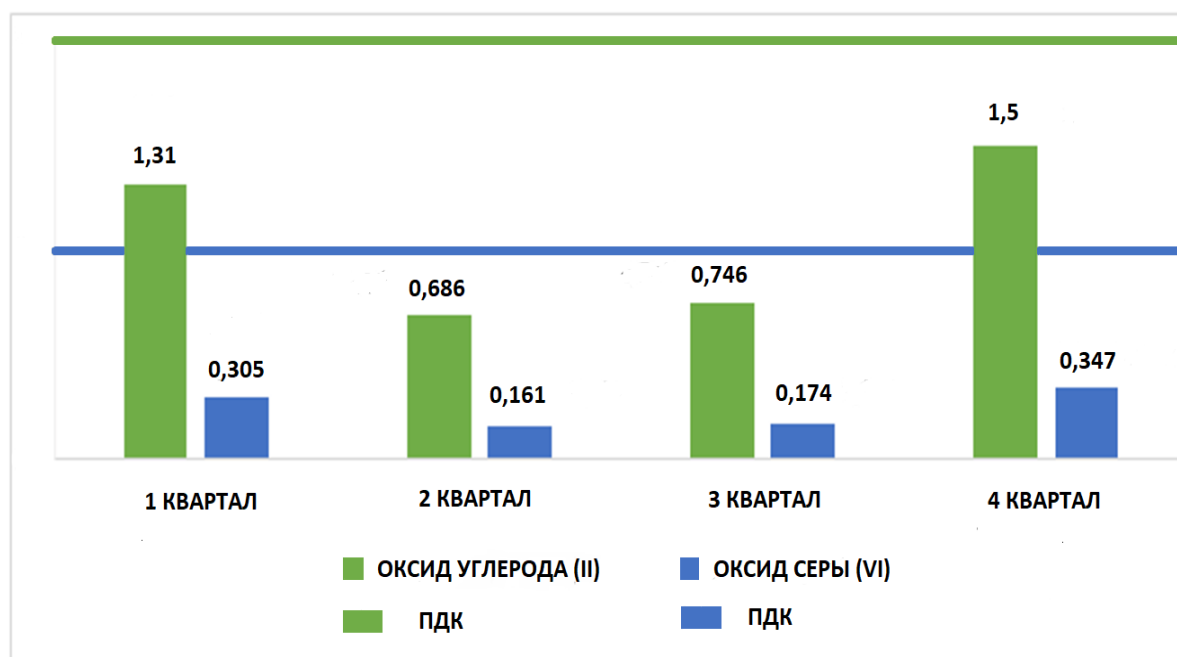


Рисунок 1 – Количество выбросов загрязняющих веществ за 2020 г.

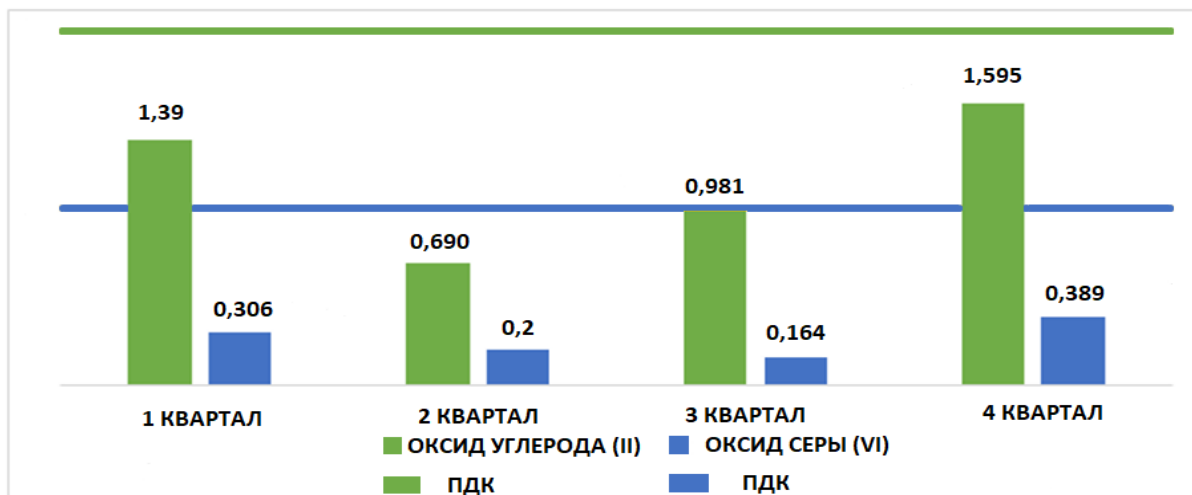


Рисунок 2 – Количество выбросов загрязняющих веществ за 2021 г.

Заключение. 1. Проанализированы данные по сезонным выбросам загрязняющих веществ в атмосферный воздух ОАО «Ляховичский льнозавод» за 2020–2021 гг.

2. Выявлено, что сезонная закономерность динамики данных по выбросам загрязняющих веществ в 2020 и в 2021 гг. одинакова.

3. Рост выбросов оксида серы (IV) связан с увеличением объема сырья для обработки, а рост количества оксида углерода (II) в первом и четвертом кварталах – с переходом предприятия на отопительный сезон.

4. Отмеченные концентрации выбросов летучих оксидов предприятием ОАО «Ляховичский льнозавод» не превышают ПДК и не способны нанести существенный вред здоровью людей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ляховичский льнозавод [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.lzw.by/>. – Дата доступа: 26.02.2022.

2. Воздействие на атмосферный воздух выбросов предприятия [Электронный ресурс] // Библиотека материалов. – Режим доступа: <https://vozdeystvie-na-atmosfernyy-vozduh-vybrosov-predpriyatiya>. – Дата доступа: 26.02.2020.

3. Санитарные нормы и правила [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://pravo.by/upload/docs/op/W21732492p_1510174800.pdf. – Дата доступа: 26.02.2022.

К содержанию

С. Н. ЛЕШИК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – О. В. Корзюк, старший преподаватель

ЭКОЛОГО-ХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБУЧЕНИЯ ХИМИИ В СТАРШИХ КЛАССАХ

Актуальность. Среди многих проблем современности – политических, экономических, социальных, религиозных и др. – есть одна, которая никогда не теряла и не теряет своей актуальности. Это проблема охраны, сохранения стабильности окружающей среды и обеспечения устойчивого развития государства. Успешное решение экологических проблем во многом зависит от образования и воспитания человека. Многие ученые считают, что экологический кризис – это во многом мировоззренческий философско-идеологический кризис. Экологические задачи отличает высокая степень неопределенности и множество сопряженных факторов, они часто заключают в себе противоречие между экономической рациональностью и устойчивым развитием и имеют отложенные результаты. Но главная их сложность связана с необходимостью практических действий на индивидуальном и коллективном уровне. Поэтому экологически ответственное поведение теснейшим образом связано с мотивацией и конкретными действиями [1]. В решении этой проблемы большая роль отводится экологическому освещению школьных тем по химии в старших классах.

Цель – повысить уровень экологического образования обучаемых старших классов при изучении химии.

Материалы и методы. Анализ научной и специальной литературы, нормативных документов, интернет-ресурсов и других материалов (научные статьи, материалы конференций, авторефераты диссертаций) по эколого-химическому аспекту обучения химии в старшей школе.

Результаты исследований. Школьная программа по химии обширна, она содержит большой объем теоретического материала. Программа курса направлена на формирование у учащихся целостного естественно-научного представления об окружающем мире, который необходим каждому образованному человеку. Особое внимание уделяем реализации экологического обучения, требующего непрерывности экологического образования и воспитания учащихся. Курс химии, который основан на принципах состава, строения, свойств и взаимосвязей различных функций материи и их двойственной роли в природе, в этом непосредственно принимает участие. Знакомясь с «элементарной химией» материалов и различными химическими явлениями, подкрепленными информацией об окружающей

среде, обучаемые осознают целостность и взаимосвязанность мира и окружающих их людей. Приобретенные знания и навыки становятся основой для правильного понимания и осознания экологических проблем. Это позволяет говорить о том, что существование человека в современном мире было бы невозможно без междисциплинарной связи химии и экологии [2].

Химия и экология выступают как связь неживого с живым. В старших классах уровень экологического образования и воспитания формируется на основе приобретенных знаний в младших классах и рассматривается с учетом практико-ориентированного направления. В связи с этим новизна программы по химии состоит в интеграции наук – экологии и химии, которая показывает роль химии в решении экологических проблем. Так, например, при изучении темы «Углеводороды в природе. Нефть и природный газ как источники углеводородов» учащиеся получают конкретные знания по нормированию выбросов (сбросов) загрязняющих веществ в окружающую среду, экологической паспортизации проектируемых и действующих объектов народного хозяйства, законодательству Республики Беларусь в области охраны окружающей среды, ведут экологический мониторинг, что способствует формированию экологических компетенций.

Практически все темы школьного курса химии направлены на формирование естественно-научной картины мира и на этой основе научного мировоззрения на взаимодействие человека и природы, вооружение старшеклассников научными методологическими подходами к познанию и практической деятельности в области экологии, обеспечение готовности к дальнейшему развитию экологической культуры. Изучение химии не должно быть ограничено узкоспециальными целями. Это только один из этапов подключения к накопленным человечеством научным и культурным ценностям. Только в совокупности с другими науками и искусством она может полноценно существовать, давать требуемые результаты. Химия – это шаг от изучения неживой природы физикой и еще целым спектром наук к предметам и явлениям живой природы – органической химии, биологии, физиологии, психологии [3].

Экологическое образование в школе использует качественно новые методы и форматы для достижения поставленных целей и задач. Экологизация химии осуществляется постепенно, и ее целью является усиление межпредметных связей, включение различных экологических проблем в тематику химических вопросов. В век новых информационных технологий в практику обучения химии наряду с традиционной методикой широко входят методы активного обучения: интерактивные, ролевые, деловые, организационно-обучающие игры. Обучаемым необходимо показать взаимосвязь человека с окружающим миром, важность интегрирования человеческой деятельности с законами биосферы, т. к. человек – часть биосферы и, следовательно, должен подчиняться ее законам [4].

Химия является предметом, где факторы окружающей среды отражаются почти на каждом уроке, а также во внеклассных мероприятиях. Задавать экологические вопросы можно и нужно при изучении любой темы, где предоставлен широкий спектр экологических вопросов.

Заключение. Таким образом, в процессе обучения химии в старших классах экологическое образование и воспитание вооружает учащихся социально значимыми и экологически приемлемыми принципами подходов к окружающему миру. Экологическая ответственность включает понимание человеком важности своего правильного поведения в природной среде, осознание природы как национального общественного достояния, умение предвидеть последствия поведения, способность опираться на научные знания при выборе решения по отношению к природе [5].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зарипова, М. Д. Формы и методы экологического воспитания учащихся / М. Д. Зарипова // Молодой ученый. – 2014. – № 1. – С. 524–525.
2. Иноземцева, Е. В. Экологическое воспитание на уроках химии / Е. В. Иноземцева // Молодой ученый. – 2014. – № 18 (77). – С. 561–564.
3. Чернобельская, Г. М. Методика обучения химии в средней школе / Г. М. Чернобельская. – М. : Владос, 2000. – 336 с.
4. Дорогань, Л. В. Обучение студентов активным методам преподавания в школе / Л. В. Дорогань, В. И. Федотов // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер.: География и геоэкология. – 2001. – № 1. – С. 184–186.
5. Зверева, И. Д. Экологическое образование школьников / И. Д. Зверева, Т. Н. Суравегина. – М. : Мысль, 1986. – 286 с.

К содержанию

УДК 504.75.05

Н. К. ЛЕШКЕВИЧ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – О. В. Корзюк, старший преподаватель

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ВОСПИТАНИЕ НА УРОКАХ ХИМИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТЕМЫ «УГЛЕВОДОРОДЫ В ПРИРОДЕ»

Актуальность. Сегодня перед человечеством стоит ряд сложных проблем нового осмысления жизни. Одна из них – современная экологическая ситуация. Становится очевидным, что преодолеть надвигающийся глобальный экологический кризис, оставаясь в системе ценностей традиционного потребительского природопользования, уже нельзя. Важно заложить

жить у будущего поколения основы экологически устойчивых структур производства и потребления, экологически обоснованной экономической политики и управления. При этом недостаточно дать учащимся только информацию о существовании экологических проблем и путях их устранения. Главное заключается в выработке человеком внутренней потребности принимать адекватные экологически рациональные решения [1].

На уроках, посвященных переработке углеводов, обучаемых необходимо знакомить с новыми технологическими процессами, внедряемыми в производство с целью охраны природы, объяснять понятие «рациональное природопользование». Человек не может жить без использования природных богатств, но он должен понимать, что природа – его дом и о нем надо заботиться. Этот дом еще послужит не одному поколению людей, и от нас зависит, каким мы его передадим будущим поколениям [2].

Цель – анализ учебной программы по учебному предмету «Химия» для 10 класса учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования с русским языком обучения и воспитания (базовый уровень), и разработка основных принципов и методов, которые смогут помочь реализовать экологизацию темы «Углеводы в природе».

Материалы и методы. Исследование проводилось в основном с использованием теоретических методов – изучения и анализа научно-методической и учебной литературы, учебных пособий.

Результаты исследований. Углеводороды являются основным источником энергетического и химического сырья, т. к. из них производят до 95 % органических материалов и 70 % энергии.

При переработке нефти образуются попутные газы. Раньше эти газы сжигали, чем наносили колоссальный ущерб атмосфере, загрязняя ее продуктами неполного сгорания, теперь сжижают и получают миллионы тонн бензина и газа. Также при переработке получают и инертные газы. Например, гелий, полученный в результате такого сжижения, используют для сварочных процессов, заполнения дирижаблей, изготовления сканеров для считывания штрих-кодов (используют смесь гелия и неона) [3].

На нужды автотранспорта расходуются огромные количества бензина. Производство его из нефти становится все более дорогим, т. к. дорожает сама нефть, а число автомашин на дорогах стремительно возрастает. Поэтому все большее количество транспорта переводят на газовое топливо. Природный газ (метан) трудно превратить в жидкость, а попутный нефтяной газ используется для этой цели в виде пропан-бутановой смеси.

К сожалению, по мере возрастания масштабов добычи и переработки нефти и газа все больше загрязняется окружающая среда. Особенную тревогу вызывает загрязнение нефтью и нефтепродуктами. На стадии добычи

в настоящее время актуальна задача повышения эффективности использования существующих месторождений с целью наиболее полного извлечения нефти из недр. Экологически безопасная переработка нефти должна быть безотходной. Это касается в первую очередь глубокой переработки всех компонентов нефти в необходимые продукты. Данную проблему во многом решает совершенствование технологии производства. Кроме этого, нефтеперерабатывающие предприятия оснащаются системами очистки (отстаивание, фильтрация, микробиологическая и химическая очистка сточных вод и др.).

Охрана окружающей среды на стадии транспортировки нефти связана с совершенствованием правил техники безопасности и разработкой методов очистки нефтяных емкостей (в основном танкеров) от остатков нефти во избежание попадания ее в окружающую среду. Ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций в случае загрязнения нефтью осуществляется с применением новейших научно-технических достижений (локализация зон загрязнения и последующий сбор нефти).

Большое значение для охраны окружающей среды имеет также разработка прогрессивных энергосберегающих технологий, позволяющих сократить потребление нефтепродуктов и тем самым снизить опасность и ущерб для окружающей среды [4].

При сгорании сероводорода образуется сернистый газ, который загрязняет атмосферу. Он может вызвать образование кислотных дождей, коррозию металлов, двигателей, аппаратуры. Для уменьшения количества сернистого газа перестали использовать прямую перегонку. Сначала применяют способ очистки топлива от серы. При использовании кокса, чтобы меньше загрязнять атмосферу, используют способы сухого тушения кокса инертными газами. Сероводород, образующийся из коксового газа, поглощают и в дальнейшем используют для производства серной кислоты и производства сульфата аммония, что позволяет уменьшить загрязнение. Основным вопросом отрасли является применение вторичного тепла, образующегося в нефтепереработке. Это тепло может быть использовано для подогрева воздуха, который подается в печи в воздухонагревателях. Подача такого воздуха обеспечивает полное сгорание топлива и сокращает выброс в атмосферу ядовитого угарного газа, образующего с гемоглобином прочное соединение, блокирующее поступление кислорода в кровь.

На нефтеперерабатывающих заводах вода применяется для охлаждения и промывки систем. Она является опасным источником загрязнений природных водоемов. Для уменьшения этого загрязнения стали использовать воздушные системы и замкнутые оборотные циклы водоснабжения.

Заключение. Таким образом, раскрывая вопросы охраны окружающей среды, необходимо руководствоваться конкретными примерами, способствовать формированию у учащихся заботливого и бережного

отношения к природе. Основные природоохранные мероприятия – создание безотходных производств, защита природы от вредных выбросов, полное использование извлекаемых ресурсов [2].

Важной предпосылкой для становления у людей убеждений в необходимости охраны природы является формирование некоторых общих интеллектуальных умений, в частности умения анализировать и критически оценивать разные точки зрения, факты и явления.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дерябо, С. Д. Экологическая педагогика и психология / С. Д. Дерябо, В. А. Ясвин. – Ростов н/Д : Феникс, 1996. – 480 с.

2. Экологическое воспитание на уроках при изучении темы «Природные источники углеводов и их переработка» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://almanahpedagoga.ru/servisy/publik/publ?id=24205>. – Дата доступа: 07.03.2022.

3. Химия : учеб. пособие для 10 кл. учреждений общ. сред. образования с рус. яз. обучения / Т. А. Колевич [и др.]. – Минск : Адукацыя і выхаванне, 2019. – 279 с.

4. Зверева, И. Д. Экологическое образование школьников / И. Д. Зверева, Т. Н. Суравегина. – М. : Мысль, 1986. – 286 с.

К содержанию

УДК 911.2:332.3:504(470.324)

Е. Г. ЛИПИНА

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – И. В. Окоронко, старший преподаватель

ОЦЕНКА ЭКОЛОГО-ХОЗЯЙСТВЕННОГО БАЛАНСА АДМИНИСТРАТИВНЫХ РАЙОНОВ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

Актуальность. Эколого-хозяйственный баланс (ЭХБ) территории – это сбалансированное соотношение различных видов деятельности и интересов различных групп населения на территории с учетом потенциальных и реальных возможностей природы, что обеспечивает устойчивое развитие природы и общества, воспроизводство природных (возобновимых) ресурсов и не вызывает экологических изменений и последствий.

Цель – оценка эколого-хозяйственного баланса административных районов Брестской области.

Материалы и методы. Методические подходы к анализу эколого-хозяйственного состояния (ЭХС) и баланса территории разработаны

Б. И. Кочуровым, Ю. Г. Ивановым (1991, 2003) и впервые апробированы на примере территорий Московской области и Республики Алтай [1].

Анализ структуры землепользования проводился на основе классификационных единиц земельного кадастра (форма статистической отчетности № 22). Исходная база данных формировалась по справочным материалам землеустроительной службы Брестского облисполкома и статистическим материалам Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь.

Для определения степени антропогенной нагрузки (АН) земель вводятся экспертные балльные оценки. Каждый вид земель получает соответствующий балл, после чего земли объединяются в однородные группы от минимальной АН на землях естественных урочищ и фаций до максимальной АН на землях, занятых промышленностью, транспортом.

Дальнейшая оценка предполагает расчет напряженности эколого-хозяйственного состояния территории в виде коэффициента абсолютной экологической напряженности (Ка), определяемого отношением площади земель с высокой АН к площади земель с более низкой АН. Значения коэффициента Ка позволяют объективно оценить степень соответствия интенсивности антропогенных воздействий восстановительному потенциалу природных ландшафтов и обосновать необходимость создания в регионе особо охраняемых природных территорий (ООПТ) с требуемой величиной их площади.

Результаты исследований. На основе балльной классификации земель административных районов Брестской области по степени антропогенной трансформации были рассчитаны коэффициенты, характеризующие эколого-хозяйственное состояние исследуемой территории и построены картограммы распределений значений этих показателей с использованием геоинформационной системы ArcMap 10.3.

Общая структура земельного фонда Брестской области представлена в таблице.

Таблица – Структура земельного фонда Брестской области

Категория земель	Балл АН	Площадь, тыс. га	Доля, %
Природоохранные и неиспользуемые земли	1	233,0	7
Сенокосы; леса, используемые ограниченно	2	1961,1	60
Многолетние насаждения, рекреационные земли	3	19,5	0,5
Пахотные земли; ареалы интенсивных рубок; пастбища и сенокосы, используемые нерационально	4	512,7	15,5
Орошаемые и осушаемые земли	5	321,7	10
Земли промышленности, транспорта городов, поселков, инфраструктуры; нарушенные земли	6	230,6	7

Анализируя структуру земельного фонда Брестской области, установили, что примерно 67 % земель относится к категории земель с низкой и незначительной антропогенной нагрузкой, а процент площади земель, испытывающих высокую и значительную нагрузку, весьма невелик и составляет 17 %. Брестская область характеризуется высоким показателем наличия ООПТ. На территории области расположены Национальный парк «Беловежская пуща», 18 заказников республиканского значения, 29 заказников местного значения, что составляет примерно 14,4 % от общей площади области при среднем показателе по Беларуси 8,7.

Региональные различия коэффициента K_a и K_{ez} для территории административных районов Брестской области представлены на рисунке. Самыми «напряженными» являются Брестский ($K_a = 9,8$), Малоритский ($K_a = 6,4$) и Барановичский ($K_a = 5,4$) районы. Так, в Брестском районе площадь земель с высокой антропогенной нагрузкой составляет 18 834 га, а площадь земель, относящихся к категории низкой антропогенной нагрузки, всего лишь 1923 га, в Малоритском районе соответственно 7798 га (АН 6) и 1204 га (АН 1). Следовательно, для данных районов рекомендовано увеличить площадь земель экологического фонда, которые обеспечат естественную защищенность территории, компенсируя величину антропогенной нагрузки.

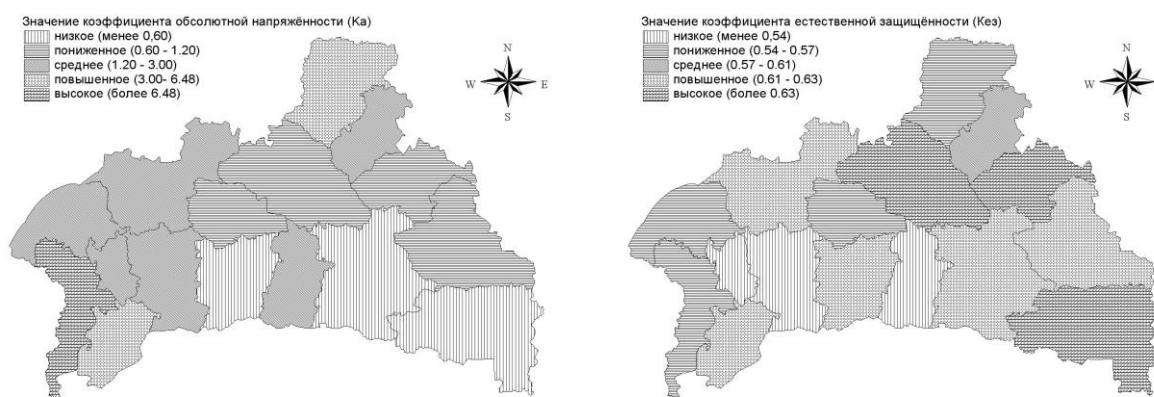


Рисунок – Показатели эколого-хозяйственного баланса

Коэффициент естественной защищенности варьирует от 0,49 (Жабинковский район) до 0,71 (Столинский район). Для урбанизированных территорий данная величина не превышает 0,3 (г. Барановичи – 0,26, г. Брест – 0,28, г. Пинск – 0,31). Значение коэффициента ниже 0,35 свидетельствует о низкой (критической) защищенности территории, а более 0,50 – о высоком природно-экологическом потенциале и существенной устойчивости к антропогенным воздействиям.

Заключение. Таким образом, проанализировав показатели эколого-хозяйственного баланса, можно проследить четкую закономерность: с увеличением показателя коэффициентов абсолютной напряженности наблюдается снижение показателя естественной защищенности территории. В целом для административных районов Брестской области характерен относительно высокий показатель естественной защищенности территории и высокий показатель по эколого-хозяйственной сбалансированности территории.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кочуров, Б. И. Экодиагностика и сбалансированное развитие / Б. И. Кочуров. – М. ; Смоленск : Маджента, 2003. – 384 с.

К содержанию

УДК 581.821

В. Ю. ЛИТВИНОВА

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – С. Э. Кароза, канд. биол. наук, доцент

ВЛИЯНИЕ ЭПИКАСТАСТЕРОНА И ЕГО КОНЬЮГАТОВ С КИСЛОТАМИ НА БИОХИМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ГРЕЧИХИ ПОСЕВНОЙ В ЛАБОРАТОРНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Актуальность. На сегодняшний день один из наиболее важных запросов в сфере сельского хозяйства – повышение качества и количества урожая без причинения вреда как самой продукции, так и окружающей среде. Применение в малых дозах биологически активных веществ природного происхождения для стимуляции роста, развития растений, их иммунитета не наносит ущерба окружающей среде. К таким веществам относятся brassinosteroids, действие которых на гречиху уже выявлено [1]. На данный момент синтезированы также их конъюгаты с кислотами, которые могут вести себя как гормоны или обладать биологической активностью.

Цель – анализ влияния конъюгатов эпикастастерона с кислотами на содержание различных видов хлорофилла в листьях гречихи посевной при выращивании в почвогрунте в лабораторных условиях.

Материалы и методы. Для получения вегетативной массы семена замачивали в растворах 24-эпикастастерона (ЭК), 2-моносалицилат 24-эпикастастерона (S23) и тетраиндолилацетат 24-эпикастастерона (S31). Растворы взяты в концентрациях, которые в ранее проведенных эксперимен-

тах оказали положительное влияние на растения (10^{-10} , 10^{-9} и 10^{-8} М). Семена проращивали в рулонах фильтровальной бумаги по стандартной методике [2]. Затем наклюнувшиеся семена гречихи сорта Влада помещали в горшки с универсальным почвогрунтом «Хозяин». В каждый горшок помещали по 5 семян, повторность опыта была четырехкратной, таким образом, общее количество растений в варианте составляло 20 штук. Для экстракции пигментов использовали высечки диаметром 1 см из средней части листьев, взятых со всех растений каждого варианта. Для одной пробы делали 10 высечек, объединяли их и устанавливали массу навески. Из каждого сосуда отбирали две пробы, и, таким образом, повторность опыта была восьмикратной. Массу высечек определяли на электронных весах. Экстракцию хлорофиллов производили 10 мл 100 %-го ацетона. Пробы настаивали в холодильнике при 4°C в течение двух суток. Оптическую плотность экстракта определяли на спектрофотометре SOLAR CM2203 при определенных длинах волн. Статистическую обработку вели согласно методикам П. Ф. Рокицкого [3].

Результаты и обсуждение. Статистическая обработка результатов эксперимента по оценке влияния на содержание фотосинтетических пигментов в листьях гречихи посевной (*Fagopyrum esculentum* Moench.) сорта Влада в вегетационном опыте растворов эпикастастерона и его конъюгатов с кислотами в трех выбранных концентрациях показала, что отличия от контроля в большинстве вариантов были недостоверными, что объясняется только восьмикратной повторностью опытов. В отдельных вариантах достоверность все же была достаточно высокой, поэтому можно было выявить определенные закономерности (рисунок).

Содержание хлорофилла *a* в расчете на сырую массу в большинстве вариантов было ниже контроля, но различия в основном были недостоверными, кроме варианта с обработкой семян раствором S31 в концентрации 10^{-9} М. Положительное, но также недостоверное влияние по сравнению с контролем оказало воздействие растворов ЭК и S31 в концентрациях 10^{-8} и 10^{-10} М соответственно. В варианте с S31 в концентрации 10^{-8} М наблюдалось достоверное увеличение содержания этого пигмента (+13,9 %). Максимальное отрицательное влияние на этот показатель оказали два используемых соединения в концентрации 10^{-9} М. В этих же дозах их растворы оказывали максимальное положительное влияние на энергию прорастания и высоту побегов, ускоряя таким образом рост растений в начальной фазе. Возможно, уменьшение содержания этого пигмента в нашем эксперименте связано с более быстрым развитием гречихи за счет стимулирующего действия эпикастастерона и его конъюгатов с кислотами, что в итоге вело к более быстрому старению одинаковых пар листьев в этих вариантах опыта.

Содержание хлорофилла *b* не всегда имело прямую корреляцию с содержанием хлорофилла *a*, но в целом изменялось сильнее. Максимальное положительное и достоверное влияние на этот показатель оказали обработки растворами ЭК и S31 в концентрации 10^{-8} М (+32,9 и 21,1 % соответственно), хотя разница была достоверной и в варианте с ЭК в минимальной используемой концентрации. Сильнее всего его снижали обработки растворами ЭК и S23 в концентрации 10^{-9} М и S31 – 10^{-10} М, но разница была достоверной только в последнем случае. Возможно, эти результаты также связаны с более быстрым старением листьев.

Суммарное содержание обоих видов хлорофилла увеличивалось только при замачивании семян гречихи в растворах ЭК и S31 в концентрации 10^{-8} М (+18,4 и 16,7 % соответственно). При действии ЭК в концентрации 10^{-9} М данный показатель, наоборот, уменьшался на 12 %, но данный результат нельзя назвать достоверным по отношению к контролю. В остальных вариантах результаты отличались от контроля на небольшую величину, при этом наблюдалось незначительное и недостоверное уменьшение суммарного содержания хлорофиллов *a* и *b*.

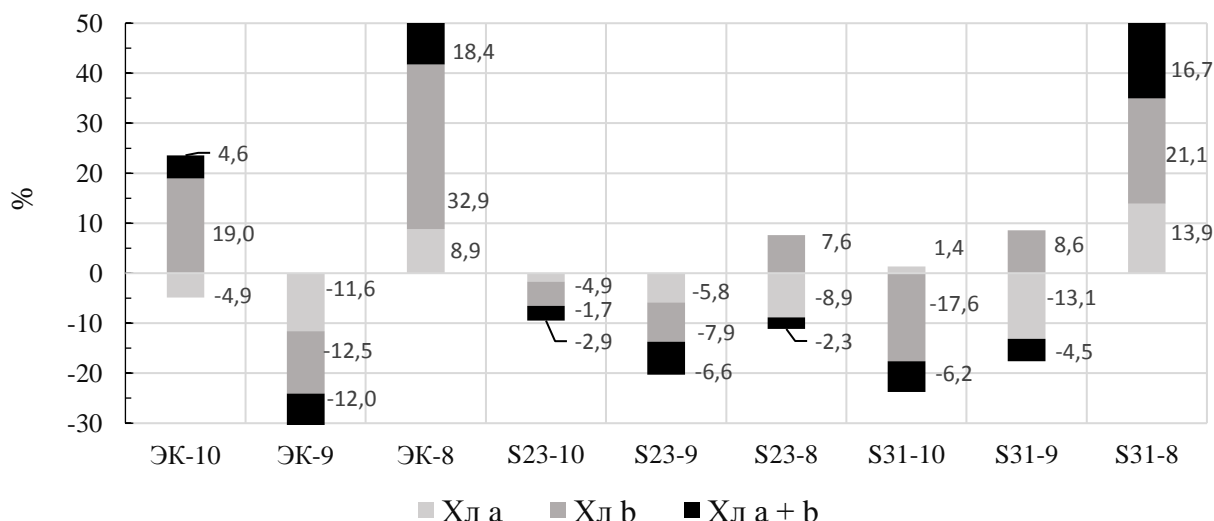


Рисунок – Влияние эпикастастерона и его конъюгатов на содержание основных фотосинтетических пигментов гречихи посевной сорта Влада (в % относительно контроля)

Заключение. Влияние исследуемых препаратов стероидной природы на содержание фотосинтетических пигментов было следующим: максимальное содержание хлорофилла наблюдалось при обработке семян растворами ЭК и S31 в концентрации 10^{-8} М, а минимальное – в варианте с ЭК в концентрации 10^{-9} М. В целом конъюгаты эпикастастерона с кислотами оказали на содержание фотосинтетических пигментов более слабое

влияние, чем данный брассиностероид, что может быть связано с достаточно длительным периодом от обработки семян до взятия проб. В следующих экспериментах необходимо проводить дополнительные обработки растений методом их опрыскивания по зеленой массе.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кароза, С. Э. Влияние брассиностероидов на морфометрические показатели гречихи посевной (*Fagopyrum esculentum* Moench.) в лабораторных и полевых условиях (Брестская область) / С. Э. Кароза // Весн. Брэсц. ун-та. Сер. 5, Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі. – 2018. – № 2. – С. 38–44.

2. Семена зерновых культур. Сортовые и посевные качества. Технические условия : СТБ 1073-97. – Введ. 01.10.97. – Минск, 1986. – 18 с.

3. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Минск : Ураджай, 1973. – 320 с.

К содержанию

УДК 582.261:574.632

Н. Н. ЛИТОШ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. М. Матусевич, канд. биол. наук, доцент

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ Р. БЕРЕЗИНЫ В ЧЕРТЕ

Г. СВЕТЛОГОРСКА МЕТОДОМ АЛЬГОИНДИКАЦИИ

Актуальность. Биоиндикация по сообществам водорослей является биологическим экспресс-методом. При этом основное преимущество автотрофов в том, что водоросли первыми в трофической цепи реагируют на загрязнители, не успевая их накапливать. Реакцией на изменение условий среды является изменение состава и обилия водных организмов, причем смена сообщества водорослей может произойти за несколько часов при смене условий среды [1; 2]. Сапробность – биологическое состояние водоема, определяемое концентрацией органических веществ и интенсивностью процессов их разложения [3]. Одним из основных показателей загрязнения биологическими веществами является индекс сапробности, характеризующий зоны, различающиеся по количеству неразложившегося белка, по наличию или отсутствию кислорода, по наличию или отсутствию сероводорода. Понятие сапробности приближается к значению эвтрофикации, т. к. включает трофическую характеристику. С другой стороны, сапробность близка к токсичности или загрязненности и характеризует действие в среде отрицательных факторов (дефицит или отсутствие кисло-

рода, продукты разложения органики и т. д.). Зоны сапробности выделяют по различной степени разложения органического вещества. От чистого водоема к загрязненному увеличивается индекс сапробности водоема: ксено-сапробные – 0–0,05 → олигосапробные – 0,51–1,50 → β-мезосапробные – 1,51–2,50 → α-мезосапробные – 2,51–3,50 → полисапробные – 3,51–4,0 [4].

Цель – уточнить состав водорослей и определить сапробность р. Березины в черте г. Светлогорска.

Материалы и методы. Объектами исследования явились представители альгофлоры р. Березины в черте г. Светлогорска. Сапробность водохранилища Большие и Малые Сои устанавливали, учитывая частоту встречаемости индикатора по 9-балльной шкале и индекс сапробности индикатора по формуле Пантле – Букка в модификации Сладечека [4].

Результаты исследований. В результате отбора проб, их обработки и анализа альгофлоры р. Березины было определено 11 родов водорослей, которые принадлежат к 3 отделам, 6 классам, 10 порядкам:

Отдел Диатомовые водоросли (*Diatomeae*).

Класс Пеннатофициевые (*Pennatophyceae*).

Порядок Бесшовные (*Araphales*).

Род Синедра (*Synedra*).

Порядок Двухшовные (*Diraphales*).

Род Навикула (*Navicula*).

Класс Центрофициевые (*Centrophyceae*).

Порядок Косцинодискальные (*Coscinodiscales*).

Род Мелозира (*Melosira*).

Порядок Одношовные (*Monoraphales*).

Род Кокконеис (*Cocconeis*).

Отдел Зеленые водоросли (*Chlorophyta*).

Класс Конъюгатифициевые (*Conjugatophyceae*).

Порядок Десмидиальные (*Desmidiiales*).

Род Клостериум (*Closterium*).

Порядок Зигнематальные (*Zygnematales*).

Род Мужоция (*Mougeotia*).

Класс Хлорофициевые (*Chlorophyceae*).

Порядок Хлорококкальные (*Chlorococcales*).

Роды Педиаструм (*Pediastrum*) и Сценедесмус (*Scenedesmus*).

Отдел Сине-зеленые водоросли (*Cyanophyta*).

Класс Хроококкофициевые (*Chroococcophyceae*).

Порядок Хроококкальные (*Chroococcales*).

Род Микроцистис (*Microcystis*).

Класс Гормогониофициевые (*Hormogoniophyceae*).

Порядок Ностокальные (*Nostocales*).

Род Анабена (*Anabaena*).

Порядок Осцилляторiales (*Oscillatoriales*).

Род Осциллятория (*Oscillatoria*).

Наибольшее доминирование по разнообразию прослеживалось в двух отделах – Диатомовые (*Diatomeae*) и Зеленые водоросли (*Chlorophyta*): 2 класса, 4 порядка, 4 рода и 2 класса, 3 порядка и 4 рода соответственно. В отделе Сине-зеленые водоросли (*Cyanophyta*) было обнаружено 2 класса, 3 порядка и 3 рода.

Сапробность р. Березины в черте г. Светлогорска устанавливали с учетом частоты встречаемости индикатора по 5-балльной шкале и индекса сапробности индикатора по формуле Пантле – Букка в модификации Сладчека $S = \frac{\Sigma(sh)}{\Sigma(h)}$, где S – сапробность водоема, s – индекс сапробности индикатора, h – частота встречаемости индикатора.

Проведя необходимые расчеты, вычислили сапробность водоема (таблица):

$$S = \frac{67,9}{36} = 1,886.$$

Таблица – Сапробиологическая оценка водорослей

Водоросли	s	i	Зона сапробности
Синедра (<i>Synedra</i>)	1,85	3	β
Навикула (<i>Navicula</i>)	2,60	4	β – α
Мелозира (<i>Melosira</i>)	1,80	4	β
Кокконеис (<i>Cocconeis</i>)	1,75	3	β
Клостериум (<i>Closterium</i>)	2,20	4	β
Мужоция (<i>Mougeotia</i>)	1,00	5	о
Педиаструм (<i>Pediastrum</i>)	1,85	3	β
Сценедесмус (<i>Scenedesmus</i>)	2,00	3	β
Микроцистис (<i>Microcystis</i>)	1,75	3	β
Анабена (<i>Anabaena</i>)	1,35	2	о – β
Осциллятория (<i>Oscillatoria</i>)	3,10	2	α

Заключение. Было определено 11 родов водорослей, которые принадлежат к 3 отделам, 6 классам, 10 порядкам. Индекс сапробности свидетельствует о принадлежности р. Березины в черте г. Светлогорска к β-мезосапробному водоему с показателями умеренного естественного загрязнения (индекс сапробности = 1,886). β-мезосапробная зона характеризуется отсутствием органических веществ, произошла полная минерализация. Содержание кислорода и углекислого газа колеблется в зависимости от времени суток: днем избыток кислорода, дефицит углекислого газа, ночью – наоборот. Много организмов с автотрофным питанием, наблюдается цветение воды.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ляшенко, О. А. Биоиндикация и биотестирование в охране окружающей среды / О. А. Ляшенко. – СПб., 2012. – 67 с.
2. Применение биотестирования для оценки состояния водных объектов / Н. М. Гайворонская [и др.] // Актуальные проблемы экологии и природопользования : сб. науч. тр. – М. : РУДН, 2004. – Вып. 6, ч. 4.
3. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование / О. П. Мелехова [и др.] ; под ред. О. П. Мелеховой, Е. И. Егоровой. – М. : Академия, 2007. – 288 с.
4. Булохов, А. Д. Экологическая оценка среды методами фитоиндикации / А. Д. Булохов. – Брянск : Изд-во Брян. гос. пед. ун-та, 1996. – 104 с.

К содержанию

УДК 581.844

С. Н. МАКСИМОВ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – В. И. Бойко, канд. биол. наук, доцент

АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ОДНОЛЕТНЕГО СТЕБЛЯ МАГНОЛИИ ЗВЕЗДЧАТОЙ (*MAGNOLIA STELLATA* (*SIEBOLD & ZUCC.*) MAXIM.)

Актуальность. Анатомические признаки вегетативных органов широко используются для выяснения эволюционных вопросов, уточнения границ таксонов, проведения научной экспертизы.

Цель – исследовать внутреннюю структуру тканей и их топографию для однолетнего стебля магнолии звездчатой.

Материалы и методы. Сбор полевого материала производился в отделе «Сад непрерывного цветения» Центра экологии учреждения образования «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина». Объекты исследования собирались в октябре 2021 г. Образцы фиксировали в 96 %-м спирте и выдерживали в смеси спирта и глицерина (1:1). Из последних готовили микрообразцы, которые использовали для получения срезов. Материал окрашивали регрессивным способом, помещая в сафранин, а затем в нильский синий. После окраски срезы проводили через растворы спиртов разных концентраций (50 %, 70 % и 90 %). На следующем этапе они обрабатывались карбол-ксилолом и ксилолом, после чего помещались в канадский бальзам по общепринятой в анатомии растений методике [1]. Постоянные препараты анализировали на световых микроскопах при помощи окуляра-микрометра МОВ-1-15.

Результаты исследований. Магнолия звездчатая – листопадное дерево высотой до 4 м, часто растущее кустообразно либо с компактной шаровидной кроной. Побеги сначала опушены, затем становятся голые.

Почки имеют опушение, их длина составляет около 1 см, диаметр – 0,3 см. Листья узкоэллиптические, реже узкояйцевидные, длина достигает 10–12 см, ширина – 3,4–4 см, на верхушке постепенно заострены или тупые, с клиновидным основанием, сверху имеют темно-зеленый цвет, голые, а снизу – по средней жилке редко прижато-опушенные. Черешки имеют длину 3–10 мм.

Цветки снежно-белые, выделяют приятный аромат, их диаметр составляет 8–10 см; доли околоцветника одинаковые, их число достигает 12–18, имеют лентообразную форму, их длина равна 4–5 см, ширина – 1 см, они сперва горизонтально распростерты, затем отворачивающиеся наружу.

Плод – цилиндрическая сборная листовка длиной 5–6 см, остроколючая, скрученная вследствие недоразвития отдельных листовок, зеленоватая, на освещенной стороне имеет розово-красный цвет.

Цветет в марте-апреле, задолго до появления листьев. Плодоношение происходит в сентябре [2].

Однолетний стебель магнолии звездчатой покрыт однослойной эпидермой. Ткань образует одноклеточные и многоклеточные трихомы. Под эпидермой располагается первичная кора, которая является гетерогенной тканью. Она состоит из крупных идиобластов, которые окружены мелкими толстостенными клетками (рисунок).

Центральное первичной коры располагается кольцо первичных механических элементов, которое является прерывистым – состоит из групп волокон. Механическое кольцо гетерогенное, потому что группы волокон соединены брахисклереидами, образованными из клеток первичной коры (рисунок).

С механическим кольцом граничит вторичная флоэма. Ткань состоит из проводящих и запасящих элементов. Проводящие элементы представлены ситовидными трубками, членики которых имеют 4–6-угольную форму в поперечнике. Ситовидные трубки не образуют четких радиальных рядов на поперечном срезе. К членикам ситовидных трубок примыкают клетки-спутники.

Сердцевинные лучи однорядные, во флоэме происходит их дилатация.

Первичную флоэму описать невозможно, т. к. ткань очень рано подвергается сминанию.

Центральное флоэмы располагается вторичная ксилема, разделяются проводящие ткани камбием. По структуре вторичная структура является рассеянно-сосудистой тканью и состоит из проводящих, механических и запасящих элементов. Проводящими являются сосуды, а волокнистые

трахеиды выполняют одновременно и проводящую, и механическую функцию. На поперечном срезе сосуды образуют радиальные ряды. Их поперечник имеет 4–5-угольную форму и вытянут в тангентальном направлении. В одних и тех же радиальных рядах встречаются и сосуды, и волокнистые трахеиды.

Сердцевинные лучи однорядные, их ширина достигает 18–25 мкм.

Первичная ксилема образует пучки, которые внедряются в сердцевину, следовательно, стебель сформирован на основе прокамбиальных колец.

Сердцевина занимает самое центральное положение. Ткань гомогенная, состоит из одинаковых крупных клеток, которые имеют форму от 6-угольной до округлой. Кристаллы оксалата кальция в клетках ткани не обнаружены.

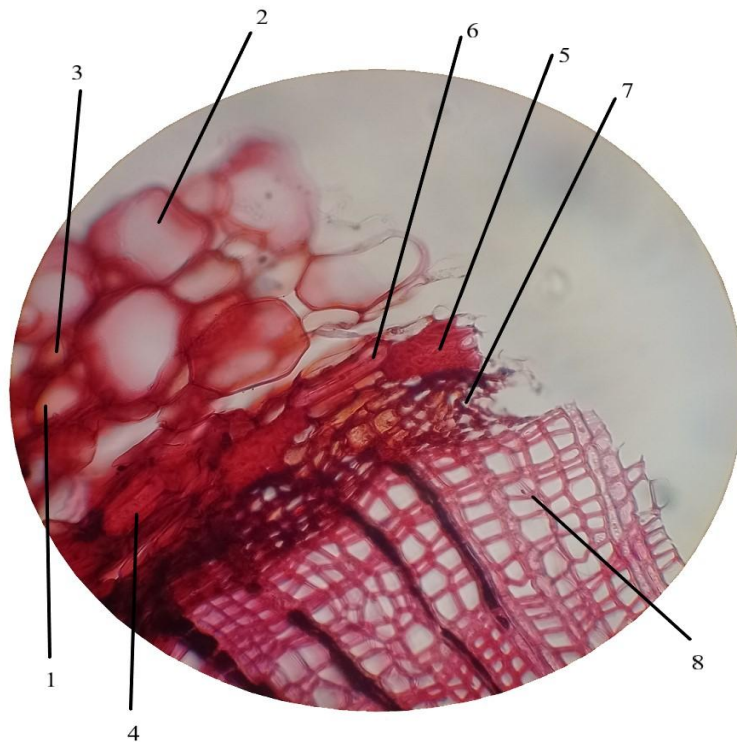


Рисунок – Поперечный срез однолетнего стебля магнолии звездчатой:

- 1 – первичная кора; 2 – идиобласты; 3 – толстостенные клетки;
- 4 – механическое кольцо; 5 – группы волокна; 6 – брахиосклерейды;
- 7 – вторичная флоэма; 8 – вторичная ксилема

Выводы. Однолетний стебель магнолии звездчатой представлен как тканями первичного (эпидерма, первичная кора, механическое кольцо, первичные флоэма и ксилема, сердцевина), так и вторичного (камбий, вторичные флоэма и ксилема) происхождения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Прозина, Н. М. Ботаническая микротехника / Н. М. Прозина. – М. : Высш. шк., 1960. – 260 с.
2. Магнолия звездчатая [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki>. – Дата доступа: 09.03.2022.

К содержанию

УДК 574.635

В. И. МЕШКИНА

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

Научный руководитель – В. Н. Бурдь, д-р хим. наук, доцент

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ОЗОНИРОВАНИЯ СТОЧНЫХ ВОД НА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ ПГТ БОЛЬШАЯ БЕРЕСТОВИЦА

Актуальность. Сточные воды являются одним из самых серьезных источников биологического и химического загрязнения природных вод. Поэтому к водоподготовке сточных вод применяются особые требования. Согласно санитарным нормам, воду необходимо предварительно обеззаразить, а только после этого сливать в поверхностные воды. Для дезинфицирования воды активно применяется метод озонирования. Данный метод может быть эффективен при удалении органических загрязнений и многих загрязняющих веществ неорганической природы, применяться при обезцвечивании сточных вод [1, с. 50].

Цель – оценить эффективность метода озонирования при очистке сточных вод очистных сооружений пгт Большая Берестовица.

Материалы и методы. Испытание проводилось с использованием озонатора Rottinger в двух повторностях. Определялись показатели – БПК₅ (мгО₂/дм³) [3, с. 2] и содержание иона аммония (мг/дм³) [4, с. 3]. Также было оценено влияние озонирования на прозрачность проб сточной воды с помощью спектрофотометра РВ2201 А. Пробы сточной воды отбирались в два этапа (26.06.2021 и 01.07.2021).

Результаты исследований. Пробы сточной воды после стадии биологической очистки очистных сооружений пгт Большая Берестовица обрабатывали озонированным воздухом путем барботажа. Производительность озонатора, установленная йодометрическим методом, составила 1,56 мг О₃ в минуту. Полученные данные представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Изменения качества стоков, поступающих на очистные сооружения пгт Большая Берестовица после применения метода озонирования

Наименование показателя	Дата проведения испытаний				
	24.06.2021		01.07.2021		
	Время обработки пробы озоном (мин.)				
	0 мин.	30 мин.	0 мин.	30 мин.	60 мин.
БПК ₅ , мгО ₂ /дм ³	32,0	13,0	23,0	46,0	39,0
Ион-аммония, г/дм ³	66,6	47,0	47,2	28,0	23,0

Обработка озоном позволила значительно снизить содержание иона аммония. Его содержание при 30-минутной обработке снижается на 30–45 %. Дальнейшая обработка приводит к еще большему снижению данного показателя. Результаты по БПК оказались не столь однозначными. В первой части эксперимента наблюдалось уменьшение данного показателя после 30 мин. озонирования (с 32,0 мг/дм³ до 13,0 мг/дм³), однако в эксперименте от 01.07.2021 такой тенденции не обнаружено. Неожиданно показатель БПК вырос, затем стал снижаться.

Также было оценено влияние озонирования на прозрачность пробы сточной воды. Для этого определяли оптическую плотность сточной воды в процессе озонирования при трех длинах волн – 290, 490 и 650 нм. Результаты исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Изменение оптической плотности проб сточной воды в процессе озонирования

Длина волны, нм	Время озонирования пробы сточной воды, мин.							Коэффициент корреляции (между расходом О ₃ и величиной оптической плотности)
	0	10	20	30	40	50	60	
24.06.2021								
290	1,238	1,000	0,605	0,464	0,433	0,428	0,361	–0,901
490	0,419	0,325	0,180	0,127	0,112	0,107	0,088	–0,904
650	0,268	0,211	0,114	0,079	0,068	0,063	0,055	–0,904
Расход О ₃ , мгО ₃ /л	0	44,6	89,1	133,7	178,3	222,9	267,4	
01.07.2021								
290	1,014	0,879	0,683	0,567	0,421	0,296	0,239	–0,968
450	0,333	0,304	0,258	0,19	0,14	0,087	0,064	–0,977
650	0,222	0,204	0,195	0,124	0,09	0,057	0,04	–0,968
Расход О ₃ , мгО ₃ /л	0	31,2	62,4	93,6	156	218,4	280,8	

Как и следовало ожидать, в процессе озонирования происходит закономерное снижение оптической плотности сточной воды в диапазоне всех исследованных длин волн. Прослеживается отрицательная связь между расходом озона и величиной оптической плотности (коэффициент корреляции варьируется от $-0,901$ до $-0,977$), что говорит об обратной пропорциональной зависимости величины оптической плотности от расхода озона ($\text{мгО}_3/\text{л}$). Пробы сточной воды к концу озонирования становились значительно прозрачнее, практически исчезал неприятный запах.

Заключение. Таким образом, заключительная обработка сточной воды перед ее сбрасыванием в природный водоем озоновоздушной смесью позволяет значительно улучшить ее качество. Визуально вода становится существенно прозрачнее, исчезают остаточные запахи. Химический анализ показал, что в сточной воде в процессе озонирования происходит снижение содержания ионов аммония до 50 %.

Неоднозначное изменение показателя БПК₅ ($\text{мг}/\text{дм}^3$) может быть связано со сложной и непостоянной природой органических примесей сточных вод, окислительная деструкция которых может приводить к снижению их содержания, или, наоборот, продукты деструкции становятся более доступны микроорганизмам. Не исключено и наличие технической погрешности, связанной с консервацией и транспортировкой пробы после озонирования.

Установлена обратно пропорциональная зависимость между количеством озона и оптической плотностью сточной воды при 290, 450 и 650 нм. Коэффициент корреляции составляет $0,901-0,977$.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Разумовский, С. Д. Озон и его реакции с органическими соединениями / С. Д. Разумовский, Г. Е. Заиков. – М. : Наука, 1974. – 364 с.
2. Определение биохимического потребления кислорода после n дней : СТБ 17.13.05-22-2011. – Минск : Госстандарт, 2011. – 8 с.
3. Методы определения азотсодержащих веществ : ГОСТ 33045-2014. – Минск : Госстандарт, 2016. – 12 с.

К содержанию

Ю. А. МУДРАГЕЛОВА

Минск, БГУ

Научный руководитель – А. Л. Киндеев, преподаватель

РЕГРЕССИОННАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ИНДЕКСОВ РАЗНООБРАЗИЯ БЕРЕЗИНСКОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА

Актуальность. Биоразнообразия, а также его движущие силы были изучены в течение многих десятилетий. Биоразнообразие и педоразнообразие подчиняются степенному закону на планетарном уровне. Два типа разнообразия сильно коррелированы. Когда территория имеет высокое педоразнообразие, она также имеет высокое биоразнообразие [6].

Новая таксономия «почва-реголит» должна улучшить анализ педоразнообразия – отношения биоразнообразия в экологии, биогеографии и природоохранной биологии. В отличие от сохранения биоразнообразия, сохранение глобального геологического наследия и георазнообразия является недавней инициативой [7].

Педоразнообразие привлекло значительное внимание в исследованиях «георазнообразия» [1; 9]. Представляет интерес сравнение моделей педоразнообразия и биоразнообразия [3; 9].

Взаимосвязь между разнообразием почвы и функциями почвы, а также движущие силы моделей биоразнообразия почвы плохо изучены [2]. Таким образом, экологи-почвоведы изучают почвенные сообщества для достижения более устойчивого и экологически безопасного сельского хозяйства [4; 8].

Исследования георазнообразия обычно рассматривают почвы [5; 10], но редко включают их в свои конкретные оценочные исследования. Исследования биоразнообразия являются краеугольным камнем природоохранной биологии и проектирования природных заповедников [11]. Критериями, наиболее часто используемыми при оценке сохранения, являются видовое богатство и эндемизм.

Цель – исследование регрессионной зависимости индексов разнообразия с использованием доступных данных.

Объектом работы является почвенный и растительный покров Березинского биосферного заповедника.

Материалы и методы. В работе применялись индексы видового богатства (Маргалёфа, Менхиника) – учитывают количество классифика-

ционных выделов и общее число ареалов всех классификационных выделов; индексы доминирования (Бриллуэна, Бургера – Паркера, Макентоша, Симпсона) – учитывают количество классификационных выделов и общее число ареалов всех групп почв; индексы разнообразия и латеральной дифференциации (Шеннона, нормированный Шеннона, Джини – Симпсона и латеральной дифференциации) – характеризуют пространственный рисунок почвенного покрова и количество классификационных выделов. Для анализа выявления взаимосвязи применялся регрессионный анализ, который был обоснован благодаря корреляционной связи.

Результаты исследований. В работе применялся регрессионный анализ, который развивает и углубляет представление о корреляционной связи. Полученные уравнения регрессии и коэффициенты детерминации (R^2) представлены на рисунке.

Результаты построения регрессионных графиков показали, что во всех случаях наибольший коэффициент детерминации наблюдался при использовании линейного тренда.

Наличие наибольшего коэффициента детерминации оказалось у индексов доминирования Бриллуэна (NB) – 0,7364, латеральной дифференциации (ild) – 0,513 и разнообразия Шеннона (SHDI) – 0,4635.

Индекс видового богатства Маргалефа (DMg) показал средний коэффициент детерминации – 0,3153. Индексы разнообразия и латеральной дифференциации Джини – Симпсона (G) и нормированный Шеннона (SHEI) имеют также средние значения коэффициента детерминации – 0,2906 и 0,2645 соответственно.

Самый низкий коэффициент детерминации оказался у индексов доминирования Симпсона (D2) – 0,0351, Макентоша (D1) – 0,0517 и Бургера – Паркера (d) – 0,1183. Также низкий коэффициент детерминации оказался у индекса видового разнообразия Менхиника (DMn) – 0,1053.

Заключение. Проведенные исследования показали, что тесная связь между педоразнообразием и биоразнообразием наблюдается не только на глобальном (планетарном) уровне, но и в более крупных масштабах. Наличие корреляционной связи послужило обоснованием регрессионного анализа.

Из всего многообразия индексов лучше всех подходят следующие индексы: доминирования Бриллуэна (учитывает количество классификационных выделов и общее число ареалов всех групп почв), латеральной дифференциации и разнообразия Шеннона (характеризуют пространственный рисунок почвенного покрова и количество классификационных выделов).

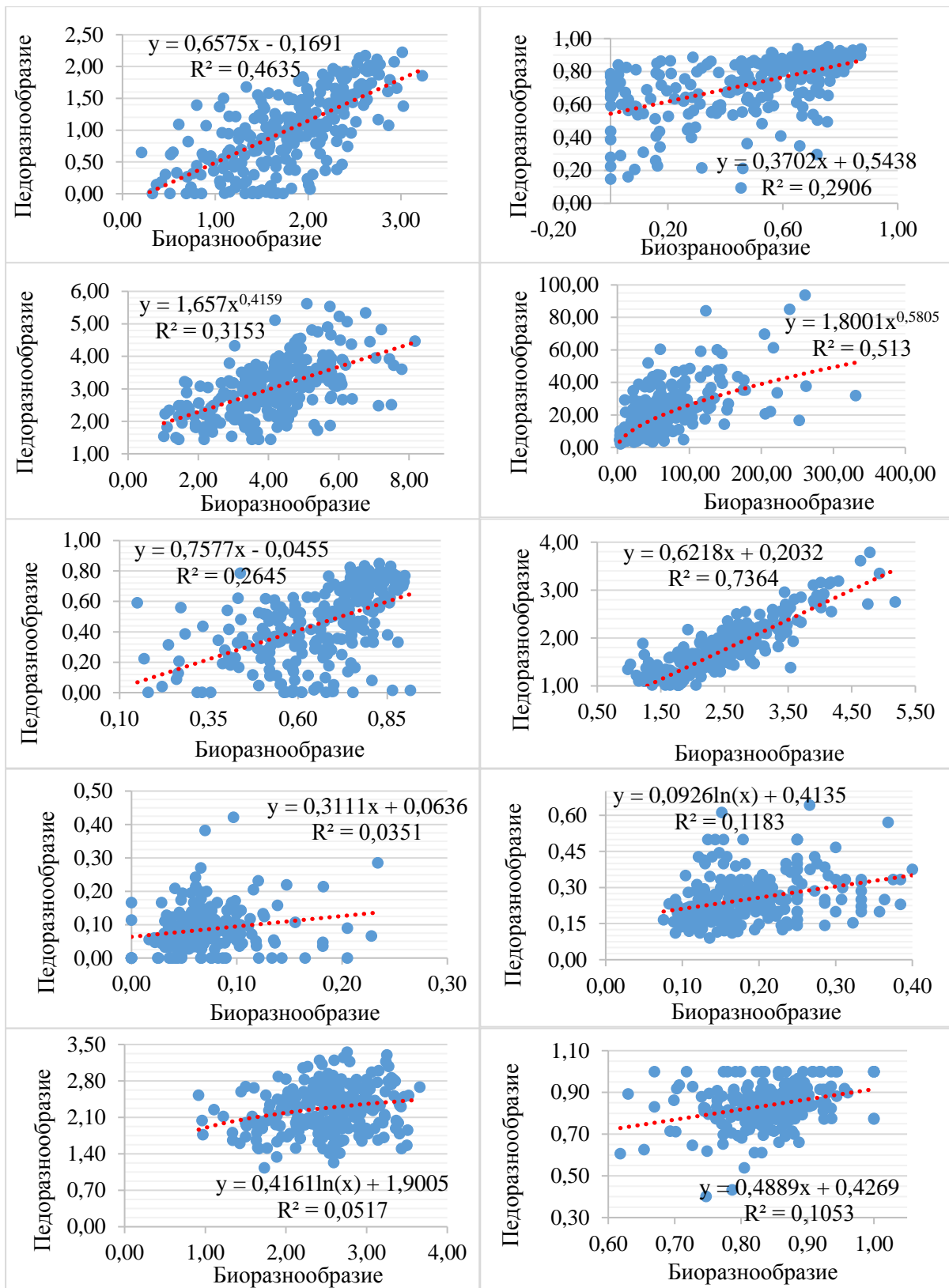


Рисунок – Графики регрессионной зависимости индексов разнообразия:
 1 – SHDI; 2 – G; 3 – DMg; 4 – ild; 5 – SHEI; 6 – HB;
 7 – D2; 8 – d; 9 – D1; 10 – DMn

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bengtsson, J. Which species? What kind of diversity? Which ecosystem function? Some problems in studies of relations between biodiversity and ecosystem function / J. Bengtsson // *Applied Soil Ecology*. – 1998. – Vol. 10, № 3. – P. 191–199.
2. Establishment of shrub species in a degraded semiarid site after inoculation with native or allochthonous arbuscular mycorrhizal fungi / F. Caravaca [et al.] // *Applied Soil Ecology*. – 2003. – Vol. 22, № 2. – P. 103–111.
3. Gray, M. *Geodiversity: Valuating and Conserving Abiotic Nature* / M. Gray. – Norfolk : Wiley, 2004. – 451 p.
4. Ibáñez, J. J. Global Relationships of Pedodiversity and Biodiversity / J. J. Ibáñez, E. Feoli // *Vadose Zone Journal*. – 2012. – Vol. 12, № 3. – P. 7–25.
5. Ibáñez, J. J. Pedodiversity: Concepts and measures / J. J. Ibáñez, S. De-Alba, F. F. Bermúdez, A. García-Álvarez // *Catena*. – 1995. – Vol. 24, № 3. – P. 215–232.
6. Dingwall, P. *Geological world heritage: a global framework* / P. Dingwall, T. Weighell, T. Badman. – Gland : IUCN-WCPA, 2005. – 52 p.
7. Lavelle, P. Faunal activities and soil processes: adaptive strategies that determine ecosystem function / P. Lavelle // *Advances in Ecological Research*. – 1997. – № 27. – P. 93–132.
8. McBratney, A. B. On variation, uncertainty and informatics in environmental soil management / A. B. McBratney // *Aust. J. Soil Res.* – 1992. – № 30. – P. 913–935.
9. Petersen, A. Methods to quantify the pedodiversity of 1 km² areas – Results from southern African drylands / A. Petersen, A. Gröngröft, G. Miehl // *Geoderma*. – 2009. – № 155. – P. 140–146.
10. Santunci, V. L. Historical perspectives on Biodiversity and Geodiversity / V. L. Santunci // *Geodiversity & Geoconservation*. – 2005. – Vol. 22, № 3. – P. 29–34.
11. Shaffer, C. L. *Nature Reserves: Island Theory and Conservation Practice* / C. L. Shaffer. – Washington : Smithsonian Institution Press, 1990. – 189 p.

К содержанию

Д. В. МЯЛИК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Ю. В. Бондарь, старший преподаватель

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОПУЛЯЦИОННОГО МЕТОДА В ИЗУЧЕНИИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

Актуальность. В последнее время особо возрастает интерес к лекарственным средствам из растений. Около 80 % мирового населения применяет растительные препараты. При решении проблем сохранения биоразнообразия основное внимание уделяется охране видового богатства. Использование популяционного подхода при изучении лекарственных видов растений позволяет решить ряд прикладных задач:

- рекомендовать рациональные формы заготовок растительного сырья;
- выявить основные механизмы устойчивости природных популяций и определить необходимые меры охраны;
- моделировать длительно существующие искусственные сообщества (посевы лекарственных растений) с сохранением высокой продуктивности и др. [1, с. 59].

Растения природной флоры Беларуси используются недостаточно эффективно. Не для всех видов известны ресурсы в конкретном регионе страны, точно не установлены объемы возможного изъятия сырья, чтобы заготовка не вела к деструкции их популяций. В связи с этим определение современного состояния видов лекарственных растений, их продуктивности, региональных запасов и устойчивости является одним из перспективных и важных направлений исследований. При научно обоснованных контролируемых заготовках имеющегося в республике лекарственного сырья можно не только сократить его импорт, но и увеличить экспорт как готового сырья, так и препаратов на его основе, при этом наносимый ущерб биологическому разнообразию и природной среде может быть сведен к минимуму.

Цель – изучение использования популяционного метода в изучении лекарственных растений пгт Телеханы Ивацевичского района.

Материалы и методы. В ходе исследования использовались следующие методы биологических исследований: эмпирические методы (описательный, сравнительный), методы обработки данных, математические методы (количественный анализ).

Результаты исследований. Важным моментом при проведении популяционных исследований лекарственных растений является определе-

ние качественных признаков, специфичных для растений разных жизненных форм.

Численность особей является индикатором экологических и фитоценологических условий. Поэтому фиксация как общей численности особей вида (особенно редкого), так и численности отдельных возрастных групп является важным элементом при популяционных исследованиях.

Большое значение имеет выделение групп особей, находящихся на определенных этапах онтогенеза – последовательности всех этапов развития особи – от возникновения зародыша до ее смерти или до полного отмирания всех поколений возникшего потомства.

Из всех показателей семенного самоподдержания ценопопуляции основными являются средняя семенная продуктивность и урожай семян (общая семенная продуктивность). Средняя семенная продуктивность определяется как среднее число семян на одну особь или побег (в зависимости от выбора счетной единицы), а урожай семян (число семян, продуцируемых растением на единицу площади) – на единицу площади ценопопуляции [3, с. 23]. Достоверные данные о средней продуктивности и урожае семян можно получить только в результате стационарных исследований на учетных площадях в течение ряда лет.

Семенная продуктивность определяется при изучении модельных особей на учетных площадях. Сбор плодов проводится незадолго до их созревания. Для получения статистически достоверных результатов необходимо исследование не менее 100 особей, с которых собираются плоды в отдельные пакетики с указанием номера растений (подсчет семян проводится позднее). Выяснение характера размещения особей ценопопуляции в пространстве помогает узнать особенности биологии вида, влияние среды, процессы взаимного влияния растений.

Непосредственно популяционным исследованиям предшествует предварительная подготовка, включающая несколько видов работ.

На первом этапе проводят рекогносцировочные исследования с целью получить предварительную информацию о местонахождениях объекта исследования и отметить их на карте-схеме местности. На втором этапе отмечают особенности ценопопуляции. На третьем этапе исследований проводится характеристика жизненности (виталитета) особей, слагающих ценопопуляцию. Для оценки жизненного состояния ценопопуляций применяют методы градиентного анализа с использованием индексов виталитета, экологических шкал. Из них наиболее простыми и доступными в использовании являются индекс виталитета ценопопуляции, индекс размерной пластичности вида, шкала эффективности онтогенетических состояний Л. А. Животовского (2001).

Популяционная жизненность оценивается по доле генеративных особей от общего числа виргинильных и генеративных особей, отражающей благоприятность условий для реализации механизмов самоподдержания.

Все данные о фитоценотической и экологической приуроченности изучаемых видов того или иного региона, о состоянии их ценопопуляций обобщаются. По результатам исследований составляются карты-схемы распространения изучаемых видов растений. Эти материалы могут быть использованы при составлении «цветных» книг: Черной книги – при изучении чужеземных видов растений; Красной книги – при исследованиях ценопопуляций редких видов флоры [3, с. 29].

Заключение. Популяционный метод исследований учитывает большое количество разнообразных показателей, характеризующих развитие вида в условиях конкретного сообщества. В основе направления лежит концепция дискретного описания онтогенеза модельных видов растений.

У растений выделяют четыре возрастных периода: латентный, пре-генеративный, генеративный и постгенеративный (и 11 возрастных состояний) [2, с. 19]. По соотношению этих возрастных групп можно охарактеризовать ценопопуляцию. При изучении возрастного состава популяции растений возникает проблема соотношения календарного и биологического возраста. Также проблема определения возраста растений заключается в том, что тело растения состоит из молодых (развивающихся), активно функционирующих и стареющих частей.

Анализ литературных данных показал, что в настоящее время в мире увеличивается интерес к лекарственным растениям, расширяется ассортимент и объем производства препаратов и биологически активных добавок растительного происхождения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лекарственные растения: классификация, оценка ресурсов, охрана и рациональное использование / В. А. Агафонов [и др.]. – Воронеж : Изд. дом ВГУ, 2016. – 122 с.

2. Изучение популяций растений на промышленных отвалах : учеб. пособие / М. А. Глазырина [и др.]. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2016. – 228 с.

3. Методы полевых экологических исследований : учеб. пособие / О. Н. Артаев [и др.]. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-т, 2014. – 412 с.

К содержанию

Н. С. НАУМЕНКО

Мозырь, МГПУ имени И. П. Шамякина

Научный руководитель – Н. А. Лебедев, канд. с.-х. наук, доцент

**МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГУСТЕРЫ
BLISSA BJOERKNA (LINNAEUS, 1758) В Р. ДНЕПР
(В ПРЕДЕЛАХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ)**

Актуальность. Исследование морфометрических особенностей густеры в р. Днепр было проведено свыше 60 лет назад [1]. За этот длительный промежуток времени произошли климатические изменения, усилилась антропогенная нагрузка на водоемы; в бассейны белорусских рек проникли чужеродные виды рыб (ротан-головешка и др.), снизилась доля ценных в промысловом отношении видов рыб. Произошедшие изменения ряда абиотических и биотических факторов вызывают необходимость определения биологических, в том числе морфометрических, особенностей рыб в изменившихся условиях существования. В этой связи целью работы стало определение морфометрических особенностей густеры *Blissa bjoerkna* в р. Днепр вблизи г. Речицы.

Материалы и методы. Отловы рыб проведены фидерной снастью в сентябре 2021 г. в р. Днепр. Всего было отловлено 24 особи густеры. Определение морфометрических показателей проведено по общепринятым методикам [2]. Из меристических показателей определялись количество лучей в D, количество лучей в A, число чешуй в боковой линии, число рядов чешуи над и под боковой линией и формула глоточных зубов. Из пластических признаков определялись длина всей рыбы по Смитту, длина тела без хвостового плавника, длина рыла, диаметр глаза, заглазничный отдел головы, длина головы, ширина лба, наибольшая высота тела, наименьшая высота тела, наибольшая толщина тела. Статистическая обработка материала осуществлялась по стандартной методике в пакете Excel.

Результаты исследований. Длина всей рыбы по Смитту отловленных особей густеры колебалась в пределах от 137 до 320 мм при средней $215,67 \pm 9,32$ мм, масса – соответственно от 28 до 379 г при средней $132,29 \pm 18,10$ г. По данным Л. С. Берга [3], абсолютная длина густеры составляет 200–350 мм, обычно 200 мм. Таким образом, средняя длина отловленных нами особей густеры соответствует данным Л. С. Берга.

Данные по пластическим признакам густеры в р. Днепр (в пределах Республики Беларусь) приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Пластические признаки *Blicca bjoerkna* в р. Днепр (в пределах Республики Беларусь)

Признак	min-max	M ± m	σ	Cv, %	По Жукову [1]
Длина тела без хвостового плавника, мм	110–255	169,12 ± 7,08	34,70	20,5	–
В процентах от длины тела без С					
Длина головы	21,2–25,0	22,49 ± 0,20	0,97	4,3	21,0–26,7
Наибольшая высота тела	32,7–40,0	37,62 ± 0,32	1,57	4,2	32,0–42,0
Наименьшая высота тела	9,3–11,6	10,65 ± 0,10	0,52	4,9	9,2–12,2
Наибольшая толщина тела	11,0–14,4	12,50 ± 0,14	0,70	5,6	8,5–19,0
В процентах от длины головы					
Длина рыла	20,0–42,9	29,02 ± 0,77	3,79	13,1	21,7–35,0
Диаметр глаза	26,0–37,1	31,25 ± 0,53	2,62	8,4	20,0–37,0
Ширина лба	30,0–40,0	35,17 ± 0,50	2,44	6,9	28,0–41,4
Заглазничный отдел головы	38,9–54,8	45,42 ± 0,96	4,69	10,3	35,0–56,0

Как видно из таблицы 1, густера в р. Днепр характеризуется следующими признаками: длина тела без С колебалась от 110 до 255 мм при средней $169,12 \pm 7,08$ мм. Длина головы в процентах от длины тела без С составила 21,2–25,0 %; наибольшая высота тела – 32,7–40,0 %; наименьшая высота тела – 9,3–11,6 %; наибольшая толщина тела – 11,0–14,4 %. Пластические признаки для густеры соответствуют данным П. И. Жукова [1]. Наибольшей изменчивости подвержены пластические признаки, а именно длина рыла и заглазничный отдел головы (коэффициент изменчивости которых 13,1 и 10,3 % соответственно).

Данные по меристическим признакам густеры в р. Днепр (в пределах Республики Беларусь) приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Меристические признаки *Blicca bjoerkna* в р. Днепр (в пределах Республики Беларусь)

Признак	min-max	M ± m	σ	Cv, %	По Жукову [1]
Количество лучей в D	D III 8–9	D III $8,96 \pm 0,04$	0,2	2,2	(7)8–9, в среднем $8,51 \pm 0,05$
Количество лучей в А	A III 19–24	A III $21,50 \pm 0,27$	1,3	6,3	19–24(25), в среднем $21,99 \pm 0,09$
Боковая линия	$43 \frac{9-10}{6-8} 50$	$9,67 \pm 0,10$	0,5	5,0	43–51, в среднем $46,67 \pm 0,18$
		$46,37 \pm 0,41$	2,0	4,3	
		$7,00 \pm 0,10$	0,5	7,3	

Как видно из таблицы 2, число чешуй в боковой линии отловленных нами особей густеры колебалось от 43 до 50 при среднем $46,37 \pm 0,41$; число лучей в D – D III 8–9 при среднем D III $8,96 \pm 0,04$; число лучей в A – A III 19–24 при среднем A III $21,5 \pm 0,27$; формула глоточных зубов – 5,2–2,5; формула боковой линии – $43 \frac{9-10}{6-8} 50$. По Л. С. Бергу [3] число чешуй в боковой линии колеблется от 43 до 51, чаще всего от 45 до 48; лучей в D у густеры – D III (7) 8–9, число лучей в A соответственно – A III 19–23, чаще всего 21–22; формула глоточных зубов – 5,2–2,5; формула боковой линии – $43 \frac{9-10}{4-6} 51$. Таким образом, меристические признаки отловленных нами особей густеры соответствуют диагнозу П. И. Жукова.

Упитанность густеры по Фультону в сентябре 2021 г. составила $2,41 \pm 0,05$ с колебаниями от 2,1 до 3,1. Изменчивость коэффициента упитанности по Фультону составила 10,4 %.

Заключение. Густера в р. Днепр характеризуется следующими меристическими признаками: D III 8–9, A III 19–24, число чешуй в боковой линии – 46 (43–50), формула глоточных зубов – 5,2–2,5. В целом пластические и меристические признаки густеры, обитающей в р. Днепр, соответствуют данным, установленным Л. С. Бергом и П. И. Жуковым [1; 3]. Коэффициент упитанности по Фультону в сентябре 2021 г. составил $2,41 \pm 0,05$ с колебаниями от 2,1 до 3,1. Зоологическая длина отловленных особей густеры в р. Днепр колебалась в пределах от 137 до 320 мм при средней $215,67 \pm 9,32$ мм, масса – соответственно от 28 до 379 г при средней $132,29 \pm 18,10$ г. В ходе исследований у отловленных особей густеры не выявлено морфологических аномалий. На наш взгляд, это может свидетельствовать об экологическом благополучии водоема.

Выражаю огромную благодарность своему научному руководителю Николаю Александровичу Лебедеву, кандидату сельскохозяйственных наук, доценту, за бесценный опыт, переданный мне в процессе проведения исследования и написания статьи, поддержку, важнейшие советы, чуткое наставничество.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жуков, П. И. Рыбы Беларуси / П. И. Жуков. – Минск : Наука и техника, 1965. – 415 с.
2. Правдин, И. Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / И. Ф. Правдин. – М. : Пищевая пром-сть, 1966. – 376 с.
3. Берг, Л. С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. Ч. 2 / Л. С. Берг. – 4-е изд., испр. и доп. – М. ; Л. : Изд-во Акад. наук СССР, 1949. – С. 592–928.

К содержанию

В. С. НЕСТЕРУК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – А. П. Колбас, канд. биол. наук, доцент

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЭПИКАСТАСТЕРОНА И ЕГО
КОНЬЮГАТОВ НА СОДЕРЖАНИЕ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ
ПИГМЕНТОВ В ПОБЕГАХ ФЕСТУЛОЛИУМА**

Актуальность. Брассиностероиды (БС) являются важной группой биорегуляторов растений. Для них задокументирован широкий спектр биологических эффектов. Изученные литературные данные показали, что БС оказывают комплексное влияние на структурные и функциональные показатели растений, безопасны в использовании и не вредят окружающей среде [1–3]. Их протекторные свойства применяются в сельском хозяйстве. Однако на данный момент изучение влияния БС на злаковые растения, несмотря на их важное хозяйственное значение, в литературе представлено недостаточно.

Основной растительный тест-объект нашего исследования – фестулолиум (*Festulolium*). Он представляет собой гибрид овсяницы (*Festuca*) луговой и райграса (*Lolium*) многоукосного. По внешнему виду, урожайности и качеству корма близок к райграсу многоукосному, по долголетию – к овсянице луговой. Произрастает на характерных для райграса и овсяницы местообитаниях. Из-за повышенного содержания сахара, свойственного райграм, характеризуется хорошей поедаемостью и силосуемостью. По сравнению с райграсом более зимостоек, облиствен и менее склонен к образованию соцветий в последующих укосах. Выбор объекта обусловлен также высокой скоростью роста и индикативностью, показанной в предыдущих исследованиях [4].

Цель – оценить влияние эпикастастерона и его конъюгатов на содержание фотосинтетических пигментов в побегах фестулолиума.

Материалы и методы. Растения подвергали предпосевной обработке гормонами по следующей схеме. Семена (по 25 шт.) предварительно замачивали в течение 5 часов в растворах рострегуляторов, проявивших биологическую активность в предыдущих опытах на семенах: эпикастастерон (ЭК) в концентрации 10^{-7} и 10^{-11} М и его конъюгаты с кислотами – S23 и S31 в концентрациях 10^{-9} и 10^{-7} М соответственно. Исходные растворы трех брассиностероидов были получены ГНУ «Институт биоорганической химии НАН Беларуси». В качестве контроля использовалась дистиллированная вода.

После этого семена были высеяны в горшки (0,5 л) и помещены в фитотрон Центра экологии со следующими условиями: световой режим – 14 часов, освещение – $150 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, температура 25 °С (день) / 22 °С (ночь), относительная влажность – 65 %. Горшки были расставлены в рандомизированном порядке, при этом поддерживалась постоянная влажность почвы. Растения были собраны через один месяц на стадии полного развития второй пары настоящих листьев. Все варианты были заложены в четырех повторностях.

Определение хлорофилла и каротиноидов проводили согласно общепринятой методике [5], спектрофотометрически (спектрофотометр Proscan МС 122, «Проскан специальные инструменты», Республика Беларусь) в кварцевой кювете, при длине пути светового монохромного луча в 1 см и длинах волн 663, 646 и 470 нм.

Статистический анализ был проведен с использованием программы Microsoft Excel. Достоверные отличия определялись по критерию Стьюдента (* – достоверно при $p \leq 0,1$; ** – при $p \leq 0,05$; *** – при $p \leq 0,01$).

Результаты исследований. Анализ содержания фотосинтетических пигментов показал в большинстве обработок тенденцию к увеличению данного показателя по сравнению с контрольными растениями, исключение – хлорофилл *b* после обработки S23 (рисунок).

Также отмечается максимальное увеличение содержания каротиноидов после обработок всеми тестируемыми веществами (максимумы ЭК 10^{-7} и S31 10^{-7} М – 20,4 % и 16,7 % соответственно) (рисунок). Достоверное различие выявлено для ЭК 10^{-7} М (таблица).

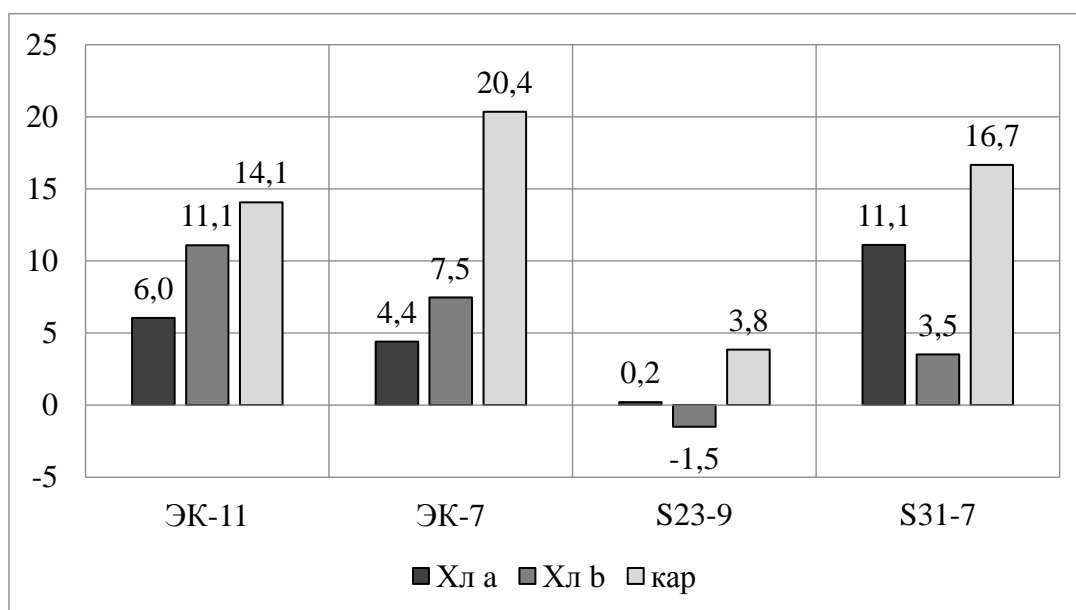


Рисунок – Содержание фотосинтетических пигментов в побегах проростков фестулолиума (в % относительно контроля)

Таблица – Влияние эпикастастерона и его конъюгатов на содержание фотосинтетических пигментов в побегах фестулолиума

Вариант контроля	Содержание, мг/г		
	Хлорофилл <i>a</i>	Хлорофилл <i>b</i>	Каротиноиды
Контроль	5,284 ± 0,41	0,763 ± 0,05	0,219 ± 0,02
ЭК ⁻¹¹ М	5,604 ± 0,32	0,847 ± 0,07	0,250 ± 0,02
ЭК ⁻⁷ М	5,518 ± 0,30	0,820 ± 0,05	0,264 ± 0,01*
S23 ⁻⁹ М	5,295 ± 0,37	0,751 ± 0,04	0,227 ± 0,03
S31 ⁻⁷ М	5,872 ± 0,44	0,790 ± 0,07	0,255 ± 0,03
Примечание – * – достоверно при $p \leq 0,1$.			

Заключение. Анализ содержания фотосинтетических пигментов показал общую тенденцию к повышению фотосинтетических пигментов при предпосевной обработке всеми гормонами и достоверное повышение уровня каротиноидов при обработке семян раствором эпикастастерона в концентрации 10^{-7} М.

Работа выполнена в рамках ГПНИ «Оценка влияния природных brassinosterоидов и их конъюгатов с кислотами на морфометрические и физиолого-биохимические параметры сельскохозяйственных и декоративных растений», 2021–2025 гг. (№ ГР 20211450 от 20.05.2021).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Khripach, V. A. Brassinosteroids. A new class of plant hormones / V. A. Khripach, V. N. Zhabinskii, A. E. Groot. – San Diego : Academic Press, 1999. – 456 p.
2. Hayat, S. Brassinosteroids: A Class of Plant Hormone / S. Hayat, A. Ahmad. – Dordrecht : Kluwer Academic Publishers, 2011. – 260 p.
3. Pereira-Netto, A. B. Brassinosteroids: Practical Applications in Agriculture and Human Health / A. B. Pereira-Netto. – Bentham : Science Publishers, 2012.
4. Колбас, А. П. Структурные и функциональные ответы растений на полиэлементное загрязнение в почвенных сериях / А. П. Колбас, Н. Ю. Колбас, М. А. Пастухова // Весн. Брэсц. ун-та. Сер. 5, Хімія. Біялогія. Навукі аб Зямлі. – 2021. – № 1. – С. 23–33.
5. Гавриленко, В. Ф. Большой практикум по фотосинтезу / В. Ф. Гавриленко, Т. В. Жигалова. – М. : Академия, 2006. – 256 с.

К содержанию

К. Г. НИКИФОРОВ

Минск, БГУ

Научный руководитель – З. Е. Грушецкая, канд. биол. наук, доцент

АНАЛИЗ ДНК-ПОЛИМОРФИЗМА ПОПУЛЯЦИЙ *GENISTA TINCTORIA* L. ИЗ РАЗЛИЧНЫХ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ МЕСТООБИТАНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Актуальность. Потепление климата и появление гидротермических условий степной зоны привело к экспансии на территорию Республики Беларусь степных видов растений и животных различного систематического положения, а также к изменениям во флоре и фауне водоемов и водотоков [1, с. 1053]. В то же время целенаправленный анализ комплекса видов так называемой «степной» флоры проводился последний раз порядка 50 лет назад [2, с. 1732]. Однако за это время произошла существенная трансформация флоры Беларуси под влиянием комплекса природных и антропогенных факторов; появился целый комплекс новых методов молекулярной филогеографии, которые обладают значительной разрешающей способностью и позволяют с высокой степенью достоверности реконструировать процессы расселения видов на отдельных территориях. Все это обуславливает необходимость проведения современной ревизии данной группы видов в Республике Беларусь.

Цель – анализ ДНК-полиморфизма популяций *Genista tinctoria* L. из различных географических местообитаний на территории Республики Беларусь.

Материалы и методы. Для оценки молекулярно-генетического полиморфизма популяций *Genista tinctoria* создана коллекция 44 индивидуальных генотипов из различных географических точек на территории Республики Беларусь. Оценка генетической изменчивости образцов проводилась на основании сравнительного анализа полиморфизма по 7 ISSR-последовательностям (ISSR-04, ISSR-09, ISSR-10, ISSR-17, ISSR-22-25). Оценка генетических дистанций между образцами на основании данных о расщеплении по маркерам, полученным в результате ISSR-анализа, проводилась по методу Нея и Ли. Расчет дистанций, вычисление значений бутстрепа и построение дендрограммы, отражающей филогенетические связи между образцами, проводились методом «ближайших соседей» (neighbour-joining), при помощи программы TREECON for Windows v.1.3b [3, с. 569–570].

Результаты исследований. Анализ 44 генотипов, принадлежащих различным популяциям *Genista tinctoria*, на полиморфизм по 8 различным типам микросателлитных последовательностей позволил установить, что наиболее часто встречающиеся и высокополиморфные повторы для этого вида – тринуклеотидный GAA и динуклеотидный CA (рисунок).

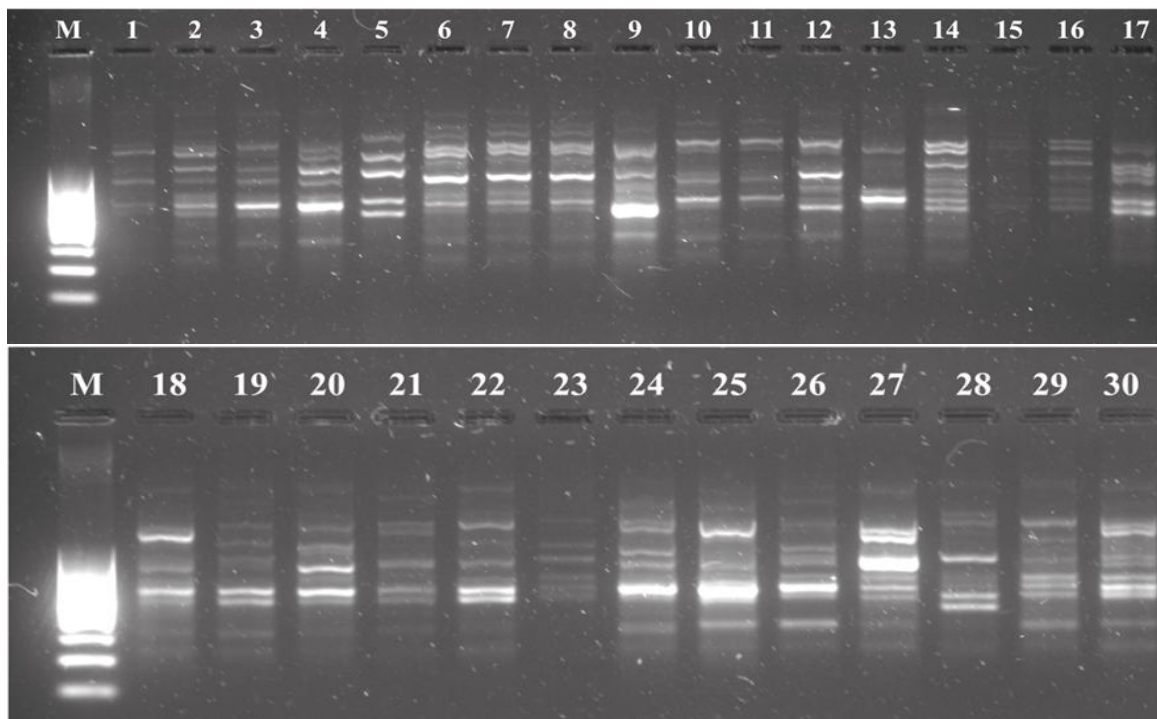


Рисунок – Электрофореграмма генотипов *Genista tinctoria* с праймером ISSR10:

Гомельская область: дорожки 2, 14–17, 27–30 – Мозырский район; 3, 4, 13, 19, 20–23, 25, 26 – Лоевский район; 5 – Гомельский район; 18 – Светлогорский район; 24 – Жлобинский район; Брестская область: 1, 12 – Пружаны; 6–8 – Дрогичинский район; 9–12 Березовский район

Кластерный анализ ISSR-полиморфизма образцов позволил выявить три относительно обособленных кластера, которые согласуются с географической локализацией исследуемых образцов. Данные кластеры соответствуют нашим предположениям о генетической неоднородности и фактах неоднократной гибридизации *Genista*, произрастающих на территории Республики Беларусь.

Заключение. Впервые проведен сравнительный анализ генетического полиморфизма белорусских популяций дрока по ISSR-маркерам. Показано, что на территории Республики Беларусь вид *Genista tinctoria* неоднороден с молекулярно-генетической точки зрения и представляет собой два крупных кластера с возможной областью гибридизации между ними.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Признаки остепнения южной части Беларуси / В. С. Хомич [и др.] // Степи Северной Евразии : материалы VIII междунар. симп. / Рос. акад. наук [и др.] ; редкол.: А. А. Чибилёв [и др.]. – Оренбург, 2018. – С. 1051–1054.
2. Козловская, Н. В. Анализ распространения степных растений в Белоруссии / Н. В. Козловская // Бот. журн. – 1966. – Т. 51, № 12. – С. 1727–1735.
3. Van de Peer, Y. TREECON for Windows: a software package for the construction and drawing of evolutionary trees for the Microsoft Windows environment / Y. Van de Peer, R. De Wachter // Comput. Applic. Biosci. – 1994. – Vol. 10. – P. 569–570.

К содержанию

УДК 543.31

Н. В. НОВИК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. С. Ступень, канд. техн. наук, доцент

АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В Р. ЛЕСНОЙ ЗА 2019–2021 ГГ.

Актуальность. Малые реки играют важную роль в формировании и функционировании природных ландшафтов, они являются одним из основных каналов циркуляции химических элементов в них. Хозяйственная деятельность человека оказывает значительное влияние на качество воды наших рек и стабильность речных систем. Многие водные объекты активно задействованы в производственных циклах. Это приводит к увеличению экономического значения водных ресурсов и изменению их экологического статуса.

Малые реки очень чувствительны к любой хозяйственной деятельности человека, а тем более к экологически безосновательной. У них низкие ассимиляционные способности и очень низкие способности к самоочищению. Несмотря на это, они используются в качестве места сброса сточных вод от сельского и коммунального хозяйства, промышленных предприятий.

Лесная – река в Каменецком и Брестском районах Брестской области, правый приток Западного Буга. Длина – 85 км, площадь водосбора – 2650 км². Река образуется слиянием рек Левая Лесная и Правая Лесная, протекает по Прибужской равнине и Брестскому Полесью. Долина реки – 2–4 км, покрыта смешанными лесами, болотистая, пойма – 200–600 м

(местами до 1 км). Лесная принимает сток мелиорационных каналов. На реке расположено несколько населенных пунктов, а также поля сельскохозяйственной деятельности.

Цель – провести мониторинг динамики содержания загрязняющих веществ в р. Лесной бассейна р. Западный Буг за период 2019–2021 гг.

Материалы и методы. В результате исследований были проанализированы данные Республиканского центра по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды по содержанию загрязняющих веществ в анализируемых реках за 2019–2021 гг. [1].

Результаты исследования. На рисунке 1 изображена динамика изменения содержания тяжелых металлов в р. Лесной.

В 2019 г. содержание ионов меди в р. Лесной составило 0,007 мг/дм³, что превышает ПДК примерно на 43 %, и продолжило возрастать в 2020 г., превышая предельно допустимую концентрацию на 84 %, что составило 0,009 мг/дм³. В 2021 г. данный показатель составил 0,006 мг/дм³ (превышение на 22 %).

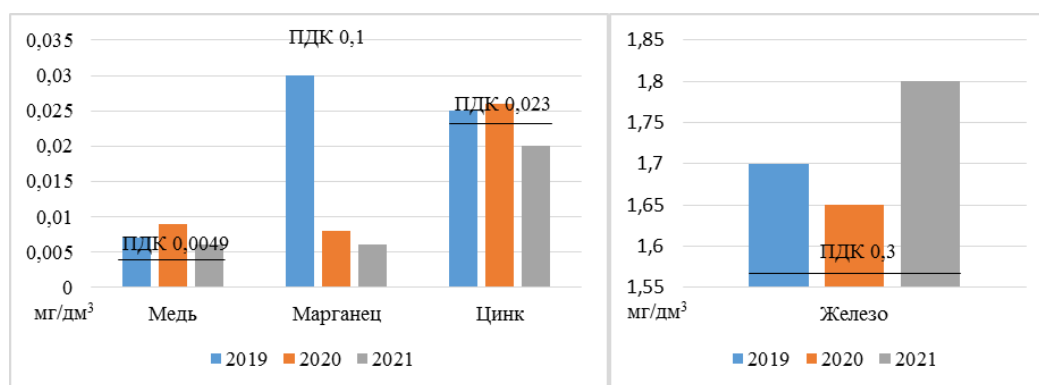


Рисунок 1 – Содержание тяжелых металлов в р. Лесной

Концентрация марганца не превышает ПДК.

В 2019 г. содержание ионов цинка в реке уменьшилось до 0,025 мг/дм³, что превышает ПДК на 9 %. В 2020 г. концентрация анализируемых катионов увеличилась до 0,026 мг/дм³ (превышение на 13 %). В 2021 г. превышений не выявлено.

В 2019 г. содержание ионов железа составило 1,7 мг/дм³, что превышает ПДК на 467 %. В 2020 г. концентрация анализируемого иона составила 1,65 мг/дм³, что превышает ПДК на 450 %. Концентрация ионов железа в 2021 г. превысила ПДК на 500 % (1,8 мг/дм³).

На рисунке 2 изображена динамика изменения содержания фосфат- и нитрит-ионов в р. Лесной.

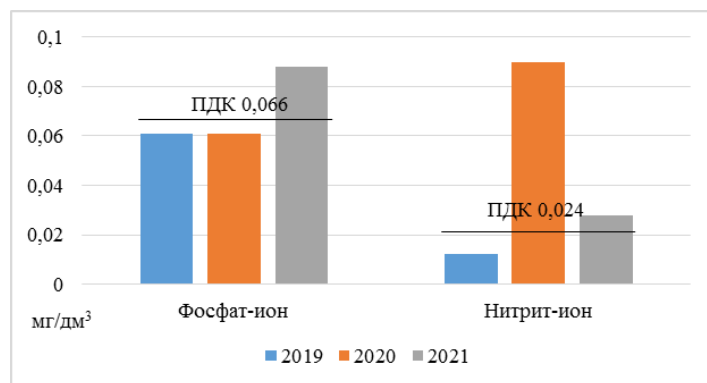


Рисунок 2 – Содержание фосфат- и нитрит-ионов в р. Лесной

Концентрация фосфат-ионов в 2019 и 2020 гг. не больше ПДК. В 2021 г. превышение составило 33 % (0,088 мг/дм³).

Концентрация нитрит-ионов в 2019 г. не превышала предельно допустимую концентрацию, но к 2020 г. очень сильно возросла, превысила ПДК на 275 % и составила 0,090 мг/дм³. В 2021 г. данный показатель уменьшился, но превышал ПДК на 17 % (0,028 мг/дм³).

Заключение. В результате исследования сделаны следующие выводы.

1. В период с 2019-го по 2020 г. концентрация меди немного увеличивается, а в 2021 г. вновь уменьшается. Концентрация цинка с 2020-го по 2021 г. значительно снизилась, став меньше ПДК. В анализируемый период концентрация марганца с каждым годом становится меньше. Превышение концентрации ионов меди и цинка может быть связано с антропогенным воздействием на гидроэкосистему, также возможно попадание со сточными водами.

2. Содержание железа в 2020 г. уменьшилось, однако в 2021 г. вновь увеличилось. Повышенная концентрация ионов железа наблюдается во всех реках Брестской области.

3. В 2021 г. концентрация фосфат-ионов увеличилась. Избыточное содержание фосфатов в воде р. Лесной может отражать наличие в водоеме примесей удобрений, компонентов хозяйственно-бытовых сточных вод [2].

4. Концентрация нитрит-иона сильно увеличилась в 2020 г., что может быть связано с усилением процессов разложения органических веществ в условиях более медленного окисления. В 2021 г. содержание данного иона начала снижаться.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вода [Электронный ресурс] // Государственное учреждение «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» Минприроды Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://rad.org.by/>. – Дата доступа: 01.03.2022.

2. Новик, Н. В. Анализ содержания фосфат- и нитрит-ионов в поверхностных водах малых рек бассейна реки Западный Буг (Беларусь, Брестская область) / Н. В. Новик // Химия и жизнь : сб. ст. XX междунар. науч.-практ. конф. / Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск, 2021. – С. 313–317.

К содержанию

УДК 633.2

Т. И. НОВИКОВА

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Е. Г. Артемук, канд. биол. наук, доцент

ВОЗДЕЛЫВАНИЕ СИЛЬФИИ ПРОНЗЕННОЛИСТНОЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ГЕРБИЦИДОВ И ПРИ ПОДПОКРОВНОМ ПОСЕВЕ

Актуальность. Наряду с основными силосными культурами (кукуруза, подсолнечник, сорго) все большее признание в кормопроизводстве находит сильфия пронзеннолистная – кормовая культура высокой хозяйственной ценности, которая относится к группе кормовых культур сенажно-силосного направления и характеризуется высокой продуктивностью посевов, повышенным содержанием питательных веществ и отзывчивостью на удобрения, хорошей отавностью (способна формировать два укоса) [1]. В свежем виде зеленая масса сильфии удовлетворительно поедается всеми видами сельскохозяйственных животных (на 80–85 %) и может использоваться для приготовления силоса и сенажа в чистом виде и в смеси с другими кормовыми культурами [2]. Силос из сильфии животные поедают (на 90 %) также охотно, как и кукурузный [3]. Хорошее качество силоса из сильфии по сравнению с кукурузой и сорго объясняется высоким содержанием протеина в растениях сильфии [4]. Кормление силосом из сильфии увеличивает молочную продуктивность и содержание жира в молоке крупного рогатого скота [5]. В отличие от кукурузы, сильфия не требует ежегодного посева, т. к. ее плантации сохраняются 12 и более лет и не требуют ухода. Однако сильфия чувствительна к засорению полей в первый год жизни, поэтому для нее, как для многолетней культуры, особенно важна чистота полей от сорняков, а также борьба с сорняками в первый год жизни растений [6].

Цель – определить полевую всхожесть, выживаемость, сохранность и развитие растений сильфии пронзеннолистной при использовании гербицидов и при подпокровном посеве.

Материалы и методы. Был проведен полевой опыт с различными вариантами посева сальфии пронзеннолистной: контрольный – сальфия в чистом виде без применения средств защиты и ручной прополки, четыре варианта – сальфия с обработкой гербицидами (Крейцер, Фултайм, Хакер, Камелот в минимальных дозах нормы расхода данных препаратов), три варианта – посев сальфии под покров других растений (кукуруза, гороховая смесь и фестулолиум). Повторность опыта 4-кратная.

Результаты исследований. Учет полевой всхожести сальфии пронзеннолистной, проведенный после первых всходов, показал, что в контрольном варианте всхожесть составила 80,5 %. В вариантах с применением гербицидов отмечена всхожесть 77,8–80,0 %, что ниже, чем при подпокровном посеве – 81,0–83,5 % (таблица).

Таблица – Полевая всхожесть, выживаемость, сохранность и развитие сальфии пронзеннолистной

Вариант опыта	Полевая всхожесть, %	Выживаемость, %	Сохранность, %	Учет 1 (19.07.2021)		Учет 2 (29.10.2021)	
				высота растений, см	количество листьев, шт	высота растений, см	количество листьев, шт.
Сальфия пронзеннолистная	80,5	76,3	94,7	17,8	3,1	34,3	7,5
Сальфия + гербицид «Фултайм» (1 л/га)	77,8	76,0	97,8	16,9	4,5	32,7	6,9
Сальфия + гербицид «Камелот» (2 л/га)	79,5	75,5	95,3	19,2	4,9	35,4	7,1
Сальфия + гербицид «Крейцер» (90 г/га)	79,8	75,8	95,1	15,3	4,3	32,0	7,2
Сальфия + гербицид «Хакер» (80 г/га)	80,0	75,5	94,4	18,4	5,0	34,9	7,6
Сальфия + кукуруза	83,5	72,5	86,9	19,5	3,0	26,9	4,1
Сальфия + горохово-овсяная смесь	81,0	74,3	91,2	21,7	3,3	28,3	4,3
Сальфия + фестулолиум	82,3	73,5	89,4	22,4	3,2	29,1	4,8

Выживаемость сальфии пронзеннолистной к концу вегетационного периода в контрольном варианте составила 76,3 %. В вариантах с применением гербицидов выживаемость оказалась несколько ниже (75,5–76,0 %). В вариантах с подпокровным посевом выявлена наименьшая выживаемость (72,5–74,3 %). Сохранность сальфии пронзеннолистной в контрольном варианте оказалась достаточно высокая и составила 94,7 %. В вариан-

тах с применением гербицидов – 94,4–97,8 %. В вариантах с подпокровным посевом сальфии наблюдалась наименьшая сохранность растений – 86,9–91,2 %.

Учет развития растений сальфии показал, что рост и развитие культуры проходили неравномерно как по вариантам, так и в течение вегетационного периода. При подпокровном посеве максимальная высота растений достигнута в середине вегетационного периода при первом учете (19,5–22,4 см), а к концу вегетации она оказалась минимальной (26,9–29,1 см) по сравнению с контрольным и вариантами с внесением гербицидов. Сальфия пронзеннолистная первого года жизни в контрольном варианте и при подпокровном посеве сформировала в среднем одинаковое количество листьев – 3 шт. (3,0–3,3), а в вариантах с применением гербицидов большее количество листьев – 4,3–5,0. К концу вегетации количество листьев оказалось минимальным при подпокровном посеве – 4,1–4,8 шт.

Заключение. Отмечена высокая всхожесть сальфии пронзеннолистной при подпокровном посеве, что может быть связано с тем, что условия температуры и влажности для всходов оказались оптимальными. Наилучшая выживаемость и сохранность растений сальфии наблюдалась в контрольном варианте (при беспокровном посеве и без применения гербицидов), что можно объяснить отсутствием негативного воздействия гербицидов и затенения от покровных культур в течение вегетационного периода. К концу вегетационного периода влияние покровных культур на развитие сальфии пронзеннолистной становится более выраженным. Кукуруза, горохоовсяная смесь и фестулолиум оказывают угнетающее воздействие на развитие сальфии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стадничук, Н. А. Итоги интродукционного изучения многолетних видов *Galega orientalis* Lam. и *Silphium perfoliatum* L. / Н. А. Стадничук, А. А. Абрамов // Растительные ресурсы для здоровья человека (возделывание, переработка, маркетинг): материалы 1-й Междунар. науч.-практ. конф., Москва, Сергиев Посад, 23–27 сент. 2002 г. – М., 2002. – С. 179–184.
2. Пимонов, К. И. Возделывание и использование нетрадиционных полевых культур на Дону: учеб. пособие / К. И. Пимонов, Г. И. Коссе, А. М. Струк. – пос. Персиановский, Ростов. обл.: Изд-во ДонГАУ, 2012. – 166 с.
3. Ткаченко, Ф. М. Силосные культуры / Ф. М. Ткаченко, А. П. Сяницына, Г. В. Чубарова. – М.: Колос, 1974. – 288 с.
4. Медведев, П. Ф. Кормовые растения европейской части СССР: справочник / П. Ф. Медведев, А. И. Сметанникова. – Л.: Колос, 1981. – 336 с.

5. Чупина, М. П. Аминокислотный, макро- и микроэлементный состав сальфии пронзеннолистной / М. П. Чупина, А. Ф. Степанов // Гл. зоотехник. – 2015. – № 9. – С. 25–30.

6. Емелин, В. А. Сальфия пронзеннолистная: хозяйственная ценность, биология и технология возделывания / В. А. Емелин. – Витебск : ВГАВМ, 2012. – 34 с.

К содержанию

УДК 628.01

А. А. ОРАЗДУРДЫЕВА

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. Ф. Ковалевич, старший преподаватель

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ПИЩЕВОГО КРАСИТЕЛЯ ХЛОРОФИЛЛА НА ПЛОДОВИТОСТЬ F1 ЛИНИИ BERLIN *DROSOPHILA MELANOGASTER*

Актуальность. Пищевые красители используются при производстве пищевых продуктов для придания им определенного цвета. Натуральные красители обычно выделяют из природных источников в виде смеси различных по своей химической природе соединений. Среди натуральных красителей необходимо отметить каротиноиды, антоцианы, флавоноиды, хлорофиллы. Они, как правило, не обладают токсичностью, но для некоторых из них установлены допустимые суточные дозы. Некоторые натуральные пищевые красители или их смеси и композиции обладают биологической активностью, повышают пищевую ценность окрашиваемого продукта. Сырьем для получения натуральных пищевых красителей являются различные части дикорастущих и культурных растений, отходы их переработки на винодельческих, сокодобывающих и консервных заводах. Кроме этого, некоторые из них получают химическим или микробиологическим синтезом.

Хлорофилл (пищевая добавка E140) – натуральный краситель, обладающий зеленым цветом. Хлорофилл получают из съедобных растений, трав, водоросли ламинарии, люцерны и крапивы экстракцией растворителями. При удалении растворителя комплексно связанный магний в экстрактах полностью или частично может замещаться на водород с образованием феофитина бурого цвета. Основными красящими веществами товарного хлорофилла являются феофитин и магниевый комплекс хлорофилла [1].

Хлорофилл применяется для окрашивания жиров, масел, овощных и фруктовых консервов, кондитерских изделий, супов и напитков в дозировке до 0,5 г/кг. Из-за низкой стабильности преимущественно используется не сам хлорофилл, а его медные комплексы, в которых магний, содержащийся в природных комплексах, полностью или частично замещается на медь. В ЕС и США разрешен для окрашивания всех фармацевтических и косметических средств, обычно применяется в мазях и суппозиториях, кремах, а также для окрашивания и осветления масел и мыла.

Хлорофилл (краситель E140) полезен для здоровья человека. Например, было доказано, что он обладает противораковыми свойствами за счет способности снижать активность энзимов, которые вызывают трансформацию некоторых химических препаратов в разрушающие организм канцерогены. Хлорофилл является важнейшим элементом для вывода различного рода токсинов из организма человека.

Цель исследования – проанализировать биологическое действие различных концентраций пищевого красителя хлорофилла на плодовитость F1 линии Berlin *Drosophila melanogaster*.

Материалы и методы. Для постановки эксперимента использовалась линия Berlin *D. melanogaster* из коллекции кафедры зоологии и генетики БрГУ имени А. С. Пушкина. Это дикая линия, все гены нормальные. Мухи содержались на сахардрожжевой среде при температуре 23 °С. Для оценки биологического действия пищевого красителя хлорофилла на плодовитость F1 линии Berlin *D. melanogaster* использовались четыре варианта опыта: контроль, концентрация действующего вещества 2,5 г/л, 5 г/л и 10 г/л. Действующее вещество добавлялось в питательную среду дрозофилы. Плодовитость мух при различных вариантах воздействия оценивали у поколения F1 по количеству вышедших имаго от двух пар мух, при этом проводился полный учет численности мух. Подсчет мух проводился ежедневно в течение 12 суток. При оценке плодовитости учитывали соотношение полов.

Результаты исследований. Анализ плодовитости F1 лабораторной линии Berlin *D. melanogaster* при культивировании на средах, содержащих заданные концентрации пищевого красителя хлорофилла, позволил выявить некоторые особенности (рисунок 1).

Пищевой краситель хлорофилл в заданных концентрациях не приводит к статистически значимому изменению численности особей F1 линии Berlin *D. melanogaster* при всех вариантах воздействия.

Сравнительный анализ численности самок при различных вариантах воздействия пищевого красителя кармина (рисунок 2) позволил установить отсутствие достоверного изменения их численности.

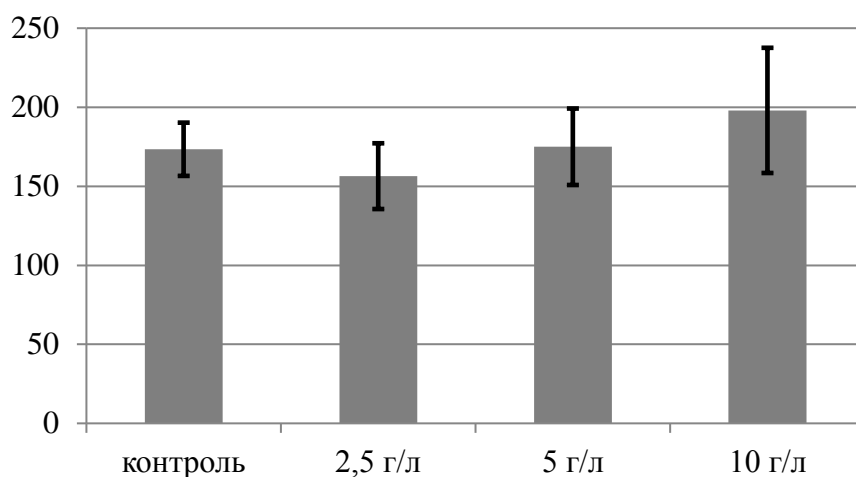


Рисунок 1 – Плодовитость F1 линии Berlin *D. melanogaster* при воздействии различных концентраций пищевого красителя хлорофилла

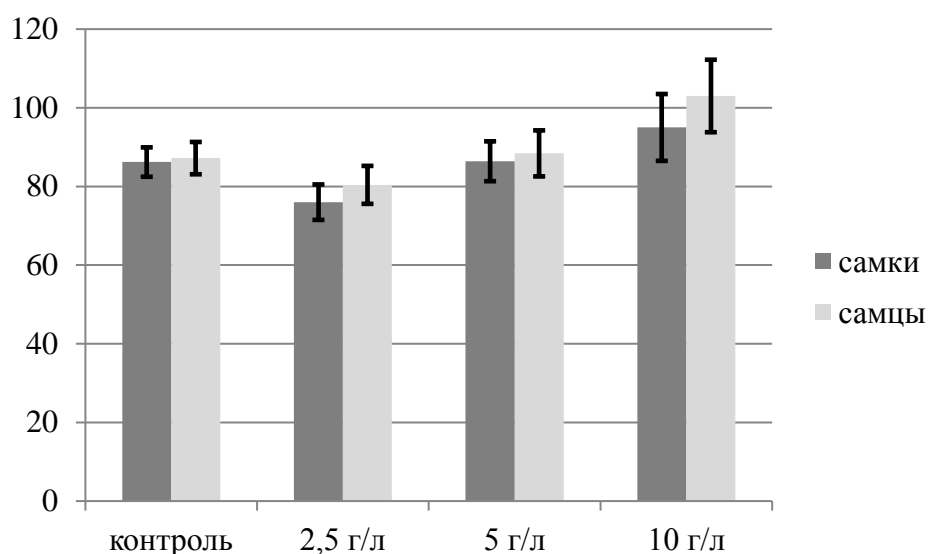


Рисунок 2 – Численность самок и самцов F1 линии Berlin *D. melanogaster*

При сравнении численности самцов из различных вариантов воздействия статистически достоверных изменений не выявлено.

При анализе соотношения количества самцов и самок не зафиксировано статистически достоверного изменения соотношения полов ни в одном из вариантов воздействия заданными концентрациями пищевого красителя хлорофилла.

Заключение. Установлено, что воздействие концентрациями пищевого красителя хлорофилла 2,5 г/л, 5 г/л и 10 г/л в течение одного поколения не приводит к изменению численности и соотношения полов F1 культуры линии Berlin *D. melanogaster*.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Функциональные технологические добавки в пищевой биотехнологии : метод. указания по выполнению лаб. работ для направления подготовки 19.03.01 Биотехнология / сост. Е. А. Фауст ; ФГБОУ ВО «Сарат. ГАУ». – Саратов, 2016. – 45 с.

К содержанию

УДК 574:372.8

Е. В. ОРИЩУК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – О. В. Корзюк, старший преподаватель

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ НАПРАВЛЕННОСТЬ ШКОЛЬНОГО КУРСА ХИМИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ

Актуальность. В связи с довольно серьезным ухудшением состояния окружающей среды одной из приоритетных задач образования сегодня является формирование экологической культуры. Поэтому особое внимание уделяется экологическому образованию, которое направлено на формирование у учащихся как практических, так и теоретических знаний основ экологии, на понимание проблемы экологии и, самое главное, на осознание своей ответственности перед окружающим миром, на определение себя его частью.

Таким образом, экологическое образование должно вносить свой вклад в формирование конструктивного подхода к окружающей среде [1]. Как следствие, экологическая направленность школьного курса химии при изучении щелочных металлов приобретает особое значение.

Цель – проанализировать методические рекомендации изучения щелочных металлов в контексте реализации экологических аспектов при изучении химии в общеобразовательной школе.

Материалы и методы. Разработки по методике обучения химии, нормативные документы, регламентирующие образовательную деятельность в школе, анализ научно-методической и учебной литературы.

Результаты исследования. Экологическое образование в школе использует новые формы и методы для достижения поставленных задач и целей. С течением времени происходит экологизация школьных дисциплин, направленная на усиление межпредметных связей соответствующего учебного предмета с экологией. Данный подход призван формировать знания об окружающей среде, раскрывать пути взаимодействия природы

и общества, формировать знания способов охраны природы. Экологические вопросы и проблемы проникают в образовательный процесс, при этом переплетаясь со многими предметами начальной и средней школы. Самую тесную связь экология имеет с таким предметом, как химия. В рамках учебного предмета «Химия» экологические проблемы и вопросы можно изучать фактически на каждом уроке, а также во внеурочной и внеучебной деятельности [2].

Образовательно-воспитательное значение темы «Металлы» определяется спецификой свойств металлов, их распространением и огромной ролью в развитии народного хозяйства страны. Изучение металлов позволяет развивать у учащихся материалистические представления о познаваемости строения и свойств веществ, о возможности научного предвидения, обусловленности свойств веществ строением составляющих их атомов, кристаллов. Огромно значение темы и в эколого-воспитательном отношении. При изучении данной темы учащиеся изучают, кроме общих экологических вопросов, влияние воздействия металлургических предприятий, радиационных выбросов на атмосферный воздух, водную среду, почву, флору, фауну и, конечно, здоровье человека.

Соединения элементов I A играют особую роль в живой природе и заслуживают подробного рассмотрения химии этих элементов. Экологически эти элементы относительно друг друга неравноценны. На долю ионов Na^+ , K^+ , Mg^{2+} и Ca^{2+} в организме человека приходится 99 %. В свою очередь, *натрий* и *калий* являются так называемыми биогенными элементами, которые необходимы для жизнедеятельности живых организмов. Ионы этих металлов участвуют в процессах передачи нервных импульсов в организме человека [3].

Калий – элемент, который есть в каждой живой клетке. В отличие от натрия, он сосредоточен именно внутри клеток. Снаружи клетки концентрация его ионов меньше примерно в 50 раз. Казалось бы, для чего нужна такая разность концентраций? Давайте разбираться.

Каждой клетке необходимо обмениваться информацией с «соседями». Осуществляется это, например, путем обмена некоторыми сложными информативными молекулами. Но, к сожалению, этот способ довольно медленный. Его можно сравнить с привычной нам почтой: адресат не получит письмо в конверте быстрее, чем его доставят, а информацию, передаваемую с помощью электрического тока, – почти мгновенно. Для того чтобы возник этот электрический ток, необходима разность потенциалов. Чтобы разницу концентраций внутри клетки и за ее пределами выровнять, у ионов появляется стремление перейти туда, где одноименных ионов меньше. Ионы калия стремятся наружу и таким образом выносят положительный заряд на внешнюю поверхность плазмалеммы. Вследствие этого

внутренняя сторона приобретает отрицательный заряд, т. к. она обладает слабой проницаемостью для крупных анионов. Поскольку ионы калия и натрия существенно отличаются по размерам, природе, не трудно было разделить потоки этих ионов через мембрану и контролировать каждый из них отдельно от другого. Когда клетка находится в состоянии покоя, то доступ ионам натрия практически закрыт. Разность концентраций ионов K^+ и Na^+ внутри клетки и снаружи позволяет контролировать «натриевый насос». Он выталкивает ионы натрия из клетки, а ионы калия, соответственно, возвращает обратно в протоплазму. По этой причине калий и натрий в живых организмах взаимно незаменимы. Кроме того, калий способствует протеканию процесса фотосинтеза у растений, а также стимулирует процессы прорастания семян [3].

Рубидий и цезий сопутствуют калию как в минералах, так и в живых организмах: они являются постоянными микрокомпонентами животных и растений. Цезий-137 в организме человека распределен относительно равномерно и не оказывает значительного вредного воздействия. Этот изотоп является одним из главных компонентов радиоактивного загрязнения биосферы. Литий тоже входит в состав живых организмов и тоже в малых количествах, поэтому его биологическая значимость выяснена недостаточно. Установлено, что его ионы у растений повышают устойчивость к болезням, у человека и животных эти ионы блокируют натриевые каналы в нервных и мышечных клетках, изменяют метаболизм катехоламинов. Таким образом, ионы лития активно влияют на физиологические и биохимические процессы, обмен веществ и приспособительные реакции организма. Они также активируют энергетические процессы мозга, дыхательную деятельность и кровоснабжение тканей. Литий в отличие от натрия и калия затруднительно хранить под слоем керосина. Он настолько легкий металл, что в керосине всплывает [4].

Заключение. Таким образом, формирование экологической направленности данной темы возможно в рамках любой методической деятельности. Экологическое образование данной темы предполагает соблюдение норм и правил поведения в природе, исключение нанесения ей вреда (загрязнения или разрушения природной среды), а также формирование ценностных экологических знаний.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Левитес, Д. Г. Практика обучения: современные образовательные технологии / Д. Г. Левитес. – М.: Ин-т практ. психологии; Воронеж: МОДЕК, 1998. – 288 с.
2. Основы экологии / В. К. Карпук [и др.]; под ред. Е. Н. Мешечко. – Минск: Экоперспектива, 2002. – 367 с.

3. Горелик, Д. О. Экологический мониторинг / Д. О. Горелик, Л. А. Конопелько, Э. Д. Панков. – СПб. : Крисмас, 2002. – 457 с.

4. Челноков, А. А. Основы промышленной экологии / А. А. Челноков, Л. Ф. Ющенко. – Минск : Вышш. шк., 2001. – 343 с.

К содержанию

УДК 581.55

Н. Г. ПАВЛЮКОВЕЦ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. В. Шкуратова, канд. биол. наук, доцент

ХАРАКТЕРИСТИКА ИНВАЗИОННЫХ РАСТЕНИЙ В ИВАНОВСКОМ РАЙОНЕ

Актуальность. Антропогенная динамика является важнейшим фактором, определяющим характер растительного покрова. Вместе с ростом на планете хозяйственной деятельности и развитием международной торговли нарастает процесс вторжения чужеродных видов растений в Республике Беларусь. Ускорению распространения инвазионных видов способствуют также изменения климата. Не встречая сопротивления, «чужаки» подавляют исконно произраставшие здесь виды растений и обрывают тысячелетиями устанавливавшиеся связи в экосистемах. В результате обедняется аборигенная флора, сокращается видовой состав. От распространения чужеземных видов убытки терпят сельское, лесное, рыбное хозяйства [1].

В большинстве случаев инвазионные представители флоры распространяются там, где нарушена целостность экосистемы (на заброшенных сельскохозяйственных землях, приусадебных участках, обочинах дорог, в парках) или где происходят постоянные естественные эрозионные процессы, как в поймах рек. В таких местах конкуренция между растениями ослаблена, а порой и вовсе ее нет, и инвазионные растения за счет большого количества семян, их летучести захватывают пространство.

Цель – установить особенности мест произрастания инвазионных видов и сообществ, сформированных инвазионными растениями на территории Ивановского района.

Материалы и методы. Ивановский район расположен на юге Брестской области и занимает площадь в 1,5 тыс. км². Естественный растительный покров региона представлен лесной, луговой и болотной растительностью. Полевые исследования проводились в окрестностях деревень Вулька, Мохро, Гневчицы Ивановского района в течение вегетационного сезона 2021 г.

Результаты исследований. По данным Государственного кадастра растительного мира, на территории Ивановского района зарегистрировано 15 видов инвазионных растений из 11 семейств. Наиболее агрессивным инвазионным видом следует считать *Acorus calamus*, занимающий наибольшую площадь – 525,2 га [2].

Выявлены 13 видов из 11 семейств покрытосеменных (таблица). Из них 11 видов совпадают со списком инвазионных видов кадастра [2], в том числе *Archangelica officinalis*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Acorus calamus*, *Sambucus racemosa*, *Sambucus nigra*, *Euphorbia cyparissias*, *Echinocystis lobate*, *Robinia pseudoacacia*, *Quercus rubra*, *Oenothera biennis*, *Rumex confertus*.

Таблица – Инвазионные растения района исследования

№ п/п	Инвазионный вид	Семейство	Место нахождения	Место обитания	Жизненная форма	Фитоценотип
1	<i>Acorus calamus</i>	<i>Acoraceae</i>	д. Вулька	Берег Днепро-ско-Бугского канала	Трава	Пациент
2	<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	<i>Asteraceae</i>	д. Мохро	Пустырь	Трава	Эксплерент
3	<i>Cichorium intybus</i>	<i>Asteraceae</i>	д. Мохро	Луг	Трава	Эксплерент
4	<i>Sambucus racemosa</i>	<i>Caprifoliaceae</i>	д. Мохро	Опушка сосняка	Кустарник	Пациент
5	<i>Sambucus nigra</i>	<i>Caprifoliaceae</i>	д. Мохро	Опушка сосняка	Кустарник	Пациент
6	<i>Archangelica officinalis</i>	<i>Apiaceae</i>	д. Мохро	Берег мелиоративного канала	Трава	Эксплерент
7	<i>Euphorbia cyparissias</i>	<i>Crassulaceae</i>	д. Мохро	Обочина дороги, луг	Трава	Эксплерент
8	<i>Robinia pseudoacacia</i>	<i>Fabaceae</i>	д. Мохро	Сосняк	Дерево	Виолент
9	<i>Spiraea chamaedryfolia</i>	<i>Rosaceae</i>	д. Мохро	Опушка сосняка	Кустарник	Пациент
10	<i>Rumex confertus</i>	<i>Polygonaceae</i>	д. Мохро	Заброшенные сельхозугодья, луг	Трава	Эксплерент
11	<i>Echinocystis lobata</i>	<i>Cucurbitaceae</i>	д. Мохро	Пустырь	Трава	Эксплерент
12	<i>Quercus rubra</i>	<i>Fagaceae</i>	д. Гневчицы	Сосняк	Дерево	Виолент
13	<i>Oenothera biennis</i>	<i>Onagraceae</i>	д. Гневчицы	Обочина дороги, луг	Трава	Эксплерент

Помимо видов, указанных для Ивановского района, нами также выявлены *Cichorium intybus* (*Asteraceae*), *Spiraea chamaedryfolia* (*Rosaceae*). На сегодняшний день *Cichorium intybus* широко распространен в придорожных и луговых сообществах Брестчины.

В отношении биоморф среди выявленных видов преобладают многолетние травы (8 видов), в меньшем количестве представлены древесные формы (3 кустарника, 2 дерева). Исходя из роли растения в растительном сообществе, определили его фитоценотип. Для обозначения фитоцено типа применили следующий подход: виоленты – конкурентоспособные растения, пациенты – устойчивые к неблагоприятным условиям обитания растения, эксплеренты – растения, которые быстро реагируют на нарушение субстрата. Виды, выявленные в травянистых сообществах, являются типичными эксплерентами. Эти виды зарегистрированы нами преимущественно в сообществах, подвергшихся воздействию человека (например, луг, где осуществляется выпас скота или укос, и т. п.).

В прибрежных сообществах выявлены два вида *Acorus calamus* и *Archangelica officinalis*, которые являются типичными пациентами, образующими устойчивые сообщества с другими видами, но не доминирующие в них.

Пять видов (*Sambucus racemosa*, *Sambucus nigra*, *Robinia pseudoacacia*, *Spiraea chamaedryfolia*, *Quercus rubra*) выявлены в сосновых сообществах, представленных преимущественно ассоциациями *Pleurozioschreberi-Pinetum* cult. Šomšáková 1988, *PinetoVaccinietum myrtilli* Br.-Bl. et Vlieger 1939, *Pteridio-Pinetum* Andrienko 1986. Из них кустарники *Sambucus racemosa*, *Sambucus nigra*, *Spiraea chamaedryfolia* являются выносливыми видами, пациентами. Деревья *Robinia pseudoacacia* и *Quercus rubra* являются виолентами, имеют хорошую семенную продуктивность и ежегодно образуют обильный самосев.

Заключение. В окрестностях деревень Вулька, Мохро, Гневчицы Ивановского района выявлены 13 инвазионных видов растений. Большинство видов являются многолетними травами и имеют фитоценотип эксплерентов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Черная книга флоры Беларуси: чужеродные вредоносные растения / Д. В. Дубовик [и др.] ; под общ. ред. В. И. Парфенова, А. В. Пугачевского ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича. – Минск : Беларус. навука, 2020. – 407 с.

2. Государственный кадастр растительного мира Республики Беларусь. Основы кадастра. Первичное обследование 2002–2007 гг. / О. М. Масловский [и др.] ; науч. ред. А. В. Пугачевский. – Минск : Беларус. навука, 2019. – 599 с.

К содержанию

Е. С. ПЕТРУЧИК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – И. Д. Лукьянчик, канд. с.-х. наук, доцент

ИЗМЕНЕНИЯ ПЛОДОВИТОСТИ ПОТОМСТВА *DROSOPHILA MELANOGASTER* L. ПРИ ОДНОКРАТНОМ ВВЕДЕНИИ В ПИТАТЕЛЬНУЮ СРЕДУ ПИЩЕВОГО КРАСИТЕЛЯ ТАРТРАЗИНА (E102)

Актуальность. Качество питания определяет качество жизни. Современный рацион питания человека наполнен всевозможными пищевыми добавками. В последнее время появляется все больше информации об их негативном влиянии на организм как животных, так и человека. Интегральная оценка действия пищевых добавок может быть получена при помощи приемов биотестирования. Удобным тест-объектом для этих целей является дрозофила [1; 2].

Drosophila melanogaster L. – это популярный модельный объект в биологии, который применяется для изучения процессов, происходящих на разных уровнях организации живого [1].

Пищевые красители являются одним из наиболее популярных видов пищевых добавок. Тартразин (E102) – это достаточно дешевый синтетический краситель желтого цвета, получаемый из отходов добычи каменного угля, который широко применяют при изготовлении напитков, кондитерских изделий, мороженого, майонезов, чипсов, а также фармакологических препаратов, косметических средств и т. д. В настоящее время он разрешен в большинстве европейских стран, в том числе и в Республике Беларусь. Анализ научной литературы показал, что установлены эффекты негативного воздействия тартразина на человека и животных, а именно на их массу тела, химический состав костей, почечные структуры, на работу щитовидной железы [3–6]. Актуальным представляется исследование влияния тартразина на развитие *Drosophila melanogaster* L.

Цель – протестировать биологическую активность пищевого красителя E102 (тартразина) в отношении плодовитости *Drosophila melanogaster* L. дикой линии Berlin при однократном введении его в пищевую субстрат.

Материалы и методы. Научно-исследовательская работа проводилась на базе кафедры зоологии и генетики Брестского государственного университета имени А. С. Пушкина. В качестве объекта исследования был использован синтетический пищевой краситель тартразин (E102). Тест-

объектом являлась *Drosophila melanogaster* L., представленная линией дикого типа Berlin.

Материалом исследования являлся раствор пищевого красителя тартразина в концентрации 0,01 ПДК (предельно допустимая концентрация), что соответствовало технологической концентрации при производстве пищевых продуктов. Исследуемые растворы готовились путем растворения порошкообразного красителя в дистиллированной воде в соответствии с инструкцией, предлагаемой фирмой-производителем.

Мушки выращивались на стандартной питательной среде в пенициллиновых флаконах с объемом среды 4 мл. В ходе эксперимента пищевые добавки вводились непосредственно в пищевой субстрат: 1 мл раствора тщательно смешивался с 3 мл питательной среды. Контрольная среда не имела красителя. В каждый флакон на среду помещали по две пары родительских особей. Раствор вводился в среду для питания дрозофил однократно. Повторность опыта – четырехкратная.

Критерий оценки воздействия пищевого красителя на дрозофилу – плодовитость (количество особей).

Результаты исследований. Чувствительность к компонентам питательной среды может сказываться на плодовитости потомства. В таблице представлены результаты проведенного эксперимента по оценке влияния введения в питательную среду красителя на плодовитость мух в пяти поколениях.

Таблица – Влияние синтетического пищевого красителя тартразина на критерий «плодовитость» у *Drosophila melanogaster* L.

Инбредная линия	Плодовитость (шт., %)		Отклонение от контроля (%)
	Контроль	Опыт	
I ₁ (+ E102)	150 (100)	133 (88,7)	-11,3
I ₂	250 (100)	214 (85,6)	-14,4
I ₃	270 (100)	236 (87,4)	-12,6
I ₄	196 (100)	175 (89,3)	-10,7
I ₅	229 (100)	210 (91,7)	-8,3

Как следует из полученных данных, при однократном введении в пищевой субстрат *Drosophila melanogaster* L. синтетического пищевого красителя в концентрации 0,01 ПДК происходило постепенное повышение плодовитости мух, в питательной среде которых находилась пищевая добавка (E102), по отношению к контролю, и общее отклонение данного показателя с учетом пяти поколений составило 11,46 %.

Как видно из таблицы, потомство поколения I₁ оказалось не особо чувствительным к введению в среду красителя. Однако при отсутствии

красителя в пищевом субстрате на протяжении последующих четырех поколений наблюдалось сначала снижение (в I₂- и I₃-поколениях плодовитость упала на 12,6–14,4 % по отношению к контролю), а затем – постепенное повышение численности мух (в I₂ – на 10,7 %, а в I₅ – на 8,3 %).

Заключение. Однократное введение синтетического красителя тартразина E102 в концентрации 0,01 ПДК в питательную среду для дрозофилы дикой линии Berlin показало, что при накопительном эффекте имело место значительное повышение численности особей в поколениях I₄ и I₅ (на 8,3–10,7 % по отношению к контролю), что указывает на то, что одноразовое использование в питании пищевого красителя тартразина не оказывает видимого негативного воздействия на жизнедеятельность дрозофилы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Козак, М. Ф. Дрозофила – модельный объект генетики : учеб.-метод. пособие / М. Ф. Козак. – Астрахань : Астрах. ун-т, 2007. – 87 с.
2. Филатова, Л. П. Многолетний мониторинг за экологическим состоянием промзоны г. Москвы с применением тест-линии *Drosophila melanogaster* / Л. П. Филатова, Н. Ш. Лаптева, В. А. Шевченко // Генетика. – 2004. – Т. 40, № 3. – С. 343–346.
3. Головачева, В. А. Влияние пищевых красителей на развитие болезней почек у детей / В. А. Головачева // Бюл. мед. интернет-конференций. – 2012. – № 1. – С. 7–14.
4. Динамика массы тела половозрелых крыс после 60-дневного введения бензоата натрия или тартразина в различных дозах / В. И. Лузин [и др.] // Свет медицины и биологии. – 2013. – № 4. – С. 84–86.
5. Лукьянцева, Г. В. Изменение химического состава плечевой кости крыс под влиянием желтого красителя тартразина / Г. В. Лукьянцева, В. А. Пастухова // Свет медицины и биологии. – 2019. – № 4 (70). – С. 203–208.
6. Морозов, В. Н. Органометрические показатели щитовидной железы крыс в период реадaptации после 60-дневного введения тартразина и использования мексидола / В. Н. Морозов, Е. Н. Морозова // Науч. результат. – 2015. – № 3. – С. 28–35.

К содержанию

Н. С. ПРОХОЦКАЯ

Минск, БГПУ имени Максима Танка

Научный руководитель – Ж. Э. Мазец, канд. биол. наук, доцент

**ХАРАКТЕР АЛЛЕЛОПАТИЧЕСКИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ
МЕЖДУ ЦИНИЕЙ И АСТРОЙ**

Актуальность. В настоящее время все больше людей уделяют особое внимание ландшафтному дизайну. Однако при формировании различных ландшафтных композиций (газонов, миксбордеров, рабаток, альпийских горок) и оформлении приусадебных участков надо учитывать характер взаимодействий между растениями в определенной группе. Практически в любой среде, в которой произрастают растения, выделяются органические вещества в воздух и (или) почву [1]. Вещества эти и их роль в жизни растений составляют суть аллелопатии – влияния растений друг на друга за счет различных выделений в окружающую среду. Влияние выделяемых химических веществ бывает трех типов: отрицательное, положительное и нейтральное [1]. Последние два типа взаимовлияния одних растений на другие являются критерием отбора для совместного произрастания растений в пределах определенных цветочных композиций. Поэтому актуальным представляется исследование, направленное на выяснение характера взаимодействия таких двух широко распространенных цветочно-декоративных растений, как астра (*Callistephus chinensis*) и циния изящная (*Zinnia elegans*).

Callistephus chinensis и *Zinnia elegans* не случайно выбраны объектами исследования, т. к. астра и циния являются неприхотливыми декоративными культурами и характеризуются пышным цветением [2; 3].

Цель – выявление характера взаимодействия между двумя декоративными растениями – астрой (*Callistephus chinensis*) сорта Гигантские лучи и цинией изящной (*Zinnia elegans*).

Исходя из этого, задачами исследования были:

- оценка взаимовлияния цинии и астры на посевные качества семян;
- выявление характера влияния цинии и астры на ростовые процессы друг друга на ранних этапах онтогенеза.

Материалы и методы. Семена цинии и астры по 30 шт. проращивались на фильтровальной бумаге в чашках Петри при комнатной температуре и естественном освещении и служили контролем. Кроме того, был заложен вариант совместного произрастания семян данных растений. Полив производился дистиллированной водой по мере необходимости. Повторность опыта трехкратная. В ходе лабораторного эксперимента

оценивались такие показатели, как энергия прорастания, всхожесть [4], средняя длина корней и проростков, масса корней и проростков на 10-й день прорастания. Результаты опыта обработаны статистически с помощью программы М. Excel.

Результаты исследования. На 4-й день исследования установлено, что энергия прорастания цинии снижалась на 6,7 %, а астры выросла на 3,4 % относительно контроля (рисунок 1, *а*). Выявлено, что всхожесть цинии значительно увеличилась на 18,7 %, а астры уменьшилась на 6,7 % по сравнению с контрольными значениями (рисунок 1, *б*).

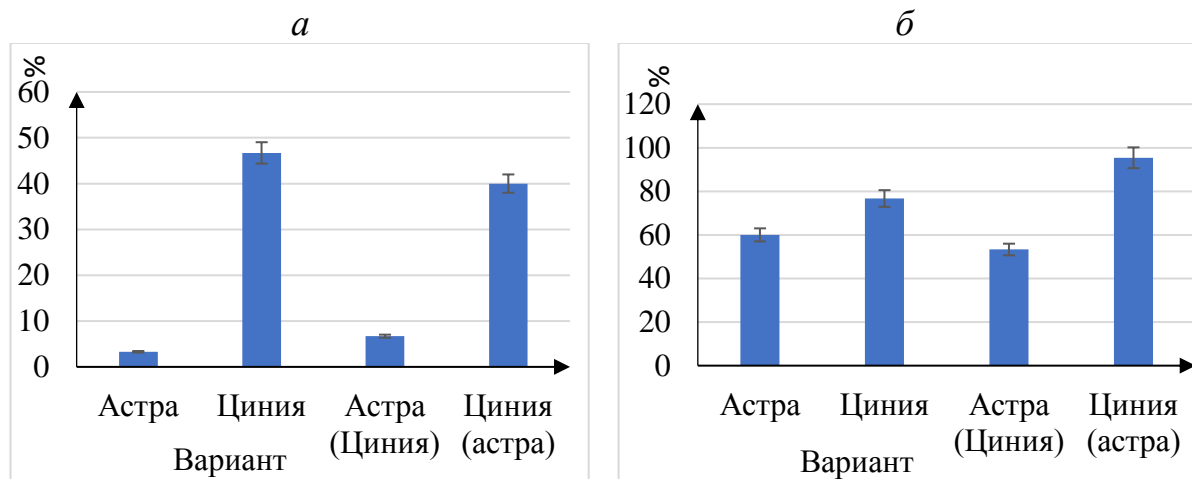


Рисунок 1 – Энергия прорастания (*а*) и всхожесть (*б*) астры и цинии при совместном и раздельном произрастании

Установлено, что при совместном произрастании длина корня цинии возросла на 44,5 %, а астры незначительно увеличилась на 4,9 % (рисунок 2, *а*) относительно контроля. Длина проростка цинии существенно выросла на 34,1 %, тогда как астры выросла на 8,6 % (рисунок 2, *б*).

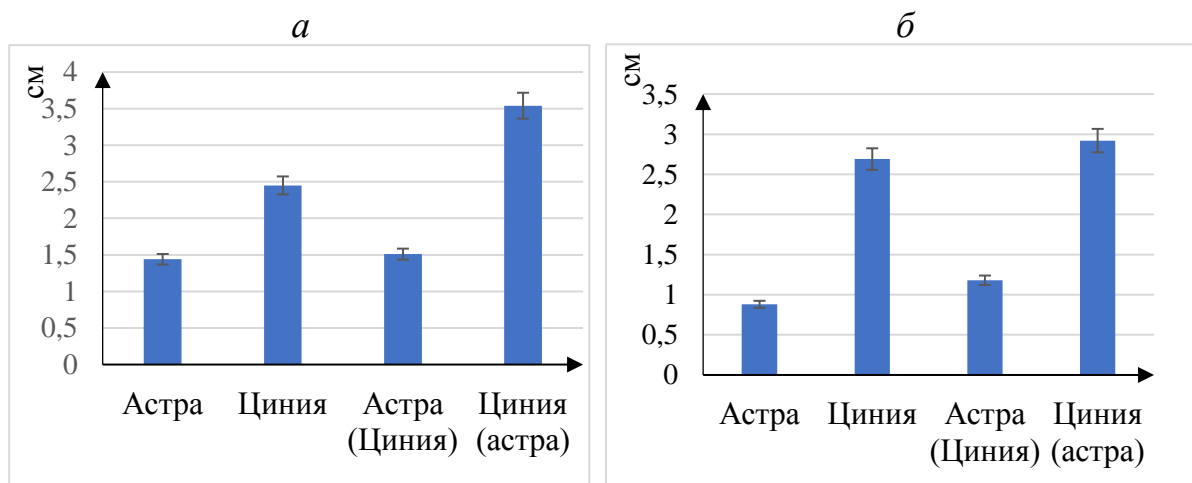


Рисунок 2 – Длина корня (*а*) и проростка (*б*) астры и цинии при совместном и раздельном произрастании

Выявлено, что масса корня цинии не изменилась, а астры заметно снижалась на 80 % (рисунок 3, а). Масса проростка цинии не изменилась, тогда как масса проростка астры колоссально уменьшилась на 80 % (рисунок 3, б).

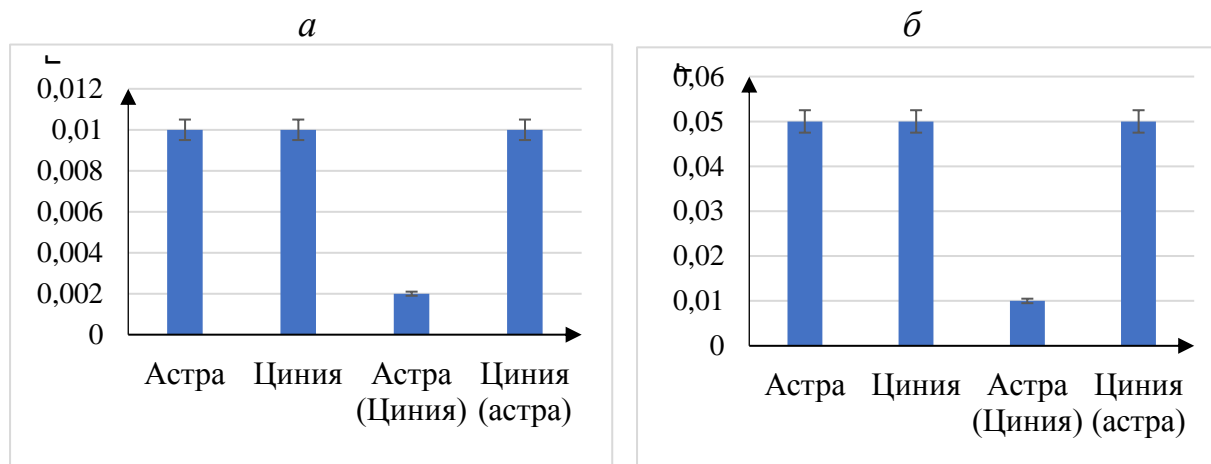


Рисунок 3 – Масса корня (а) и проростка (б) астры и цинии при совместном и раздельном произрастании

Заключение. Таким образом, отмечены различные стороны аллелопатических взаимодействий между цинией и астрой. Выявлено, что циния опережала в скорости прорастания и роста астру, подавляя ее посевные качества. Поэтому для цинии соседство с астрой было благоприятным, тогда как для астры действие на обсуждаемые параметры было разнонаправленным – подавлялась всхожесть и рост корней, активизировался рост проростков. При посадке на клумбу цинии и астры лучше высаживать на расстоянии друг от друга.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гродзинский, А. М. Аллелопатия растений и почвоутомление / А. М. Гродзинский. – Киев : Наук. думка, 1991. – 23 с.
2. Орлова, И. А. Особенности проектирования городских общественных пространств / И. А. Орлова, В. С. Селихов, Н. Н. Чесноков // Наука и образование. – 2019. – Т. 2, № 1. – С. 58.
3. Однолетние астры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://knowledge.allbest.ru/>. – Дата доступа: 10.02.2022.
4. Семена цветочных культур. Методы определения всхожести и энергии прорастания [Электронный ресурс] : ГОСТ 24933.2-81. – Режим доступа: <https://internet-law.ru/>. – Дата доступа: 10.02.2022.

К содержанию

И. Ф. ПШИК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – С. М. Ленивко, канд. биол. наук, доцент

СРАВНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ РОСТА И ПРОДУКТИВНОСТИ ДВУХ СОРТОВ МОРКОВИ СТОЛОВОЙ В ВЕГЕТАЦИОННЫЙ ПЕРИОД 2021 Г.

Актуальность. Морковь – одна из ведущих сельскохозяйственных культур разнообразного использования: пищевого, кормового, технического. В Республике Беларусь посевы моркови столовой (*Daucus carota L.*) в сельскохозяйственных организациях составляют около 20 % от общей площади, занятой под овощными культурами открытого грунта. По мнению специалистов РУП «Институт овощеводства», фактическая урожайность моркови в Республике Беларусь остается ниже потенциальной. Улучшить урожайность поможет знание и четкое соблюдение технологии выращивания. Также продуктивность во многом определяется влиянием абиотических и биотических факторов среды.

Цель – провести сравнительную характеристику параметров роста и продуктивности двух сортов моркови столовой на приусадебном участке в вегетационный период 2021 г.

Материалы и методы. Объекты исследования – морковь столовая сорта Амстердамская с ранним сроком и сорта Барыня со средним сроком созревания. Оба сорта включены в Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород Республики Беларусь (сорт Амстердамская с 2013 г., сорт Барыня с 2016 г.). Полевой эксперимент был проведен на приусадебном участке в д. Старое Село Жабинковского района, на делянках площадью 2,7 м², что в целом соответствует условиям проведения полевого опыта. Уборка урожая проводилась 10 октября 2021 г.

Результаты исследований. Эксперимент по оценке генотипических особенностей развития растений моркови столовой на примере двух сортов Амстердамская и Барыня в одинаковых почвенно-климатических условиях выращивания на приусадебном участке был заложен 1 мая 2021 г., температура воздуха составляла 17 °С, влажность почвы может быть охарактеризована как влажноватая, холодит руку, не пылит, при подсыхании немного светлеет. Норма высева семян составила у сорта Барыня 537 шт., у сорта Амстердамская – 522 шт. Первые всходы моркови появились на 14-е сутки в количестве 317 шт., из которых 160 шт. – у сорта Барыня, 157 шт. – у сорта Амстердамская. Таким образом, всхожесть семян моркови

столовой у данных сортов составила соответственно 29,80 % и 30,08 %. Раннему и равномерному появлению всходов у двух сортов моркови столовой уже на 14-й день (обычно появляются на 18–20-й день) способствовали достаточное количество почвенной влаги, а также среднесуточные температуры воздуха, державшиеся в пределах 17,1 °С.

Дальнейшие наблюдения за всхожестью семян моркови столовой двух сортов в первый межфазовый период вегетации 2021 г. представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Всхожесть семян моркови столовой двух сортов в первый межфазовый период вегетации 2021 г.

Дата	Сутки	Количество всходов (шт.)		Всхожесть, %	
		Сорт Барыня	Сорт Амстердамская	Сорт Барыня	Сорт Амстердамская
14.05.21	14	160	157	29,80	30,08
15.05.21	15	168	163	31,28	31,23
16.05.21	16	178	172	33,15	32,95
17.05.21	17	189	180	35,20	34,48
18.05.21	18	197	187	36,69	35,82
19.05.21	19	206	200	38,36	38,31
20.05.21	20	212	205	39,48	39,27
21.05.21	21	215	210	40,04	40,23
22.05.21	22	217	213	40,41	40,80
23.05.21	23	230	226	42,83	43,30
24.05.21	24	251	245	46,74	46,93
25.05.21	25	296	273	55,12	52,30
26.05.21	26	328	297	61,08	56,90
27.05.21	27	351	312	65,36	59,77
28.05.21	28	352	331	65,55	63,41
29.05.21	29	352	331	65,55	63,41

Анализ данных таблицы показал, что фаза прорастания длилась в течение 14 дней. Полевая всхожесть на 28-е сутки у сорта Барыня составила 65,55 %, у сорта Амстердамская – 63,41 %.

Развитие растений моркови столовой в 2021 г. проходило в условиях сухой жаркой погоды: среднесуточная температура воздуха в мае составила 17,4 °С, в июне – 25,5 °С, в июле – 27,8 °С, в августе – 22,3 °С, в сентябре – 16,6 °С, в первой декаде октября – 16,1 °С; общее количество дней с осадками – 35. Для увлажнения почвы проводили искусственный полив, общее количество дней с искусственным поливом – 56.

Фенологические наблюдения показали, что формирование третьего листа у растений двух сортов моркови столовой отмечено на 21-е сутки после посева семян (обычно первые настоящие листья появляются на

10–15-й день после появления всходов). На 28-е сутки все растения имели по три листа, также отмечено начало формирования четвертого листа. На 35-е сутки все растения имели по четыре листа, на 46-е сутки зафиксировано появление пятого листа у некоторых растений. Площадь листовой пластинки на 91-й день у сорта Барыня составляла 25,06 см², у сорта Амстердамская – 26,87 см².

После уборки урожая было произведено взвешивание по 50 корнеплодов одного и другого сорта моркови столовой и проведен анализ данных (таблица 2).

Таблица 2 – Масса корнеплодов двух сортов моркови столовой

Показатель	Сорт Барыня	Сорт Амстердамская
Минимальный вес, г	30	65
Максимальный вес, г	170	190
Среднее значение ± ошибка	75,0 ± 4,02	125,90 ± 4,35
Коэффициент вариации, %	37,9	24,5
t-критерий Стьюдента	8,6	

По форме корнеплоды моркови сорта Амстердамская цилиндрические с оранжевой окраской и ровной поверхностью. Масса корнеплодов варьировала от 65 г до 190 г, средняя масса – 125,9 г. Корнеплоды моркови сорта Барыня также имели цилиндрическую форму с красной окраской и ровной, гладкой поверхностью. Масса корнеплодов варьировала от 30 г до 170 г, средняя масса составила 75 г. Рассчитанные коэффициенты вариации свидетельствуют о большей неоднородности корнеплодов для моркови столовой сорта Барыня.

Заключение. Результаты исследования показали, что полнота всходов растений у двух испытанных сортов была практически одинаковой. По показателю «площадь листовой пластинки» сорт Барыня и сорт Амстердамская также оказались схожими. Погодные условия в год исследования позволили сформировать урожайность корнеплодов моркови столовой у сорта Амстердамская на уровне 8,3 кг/м², у сорта Барыня – 5 кг/м². Таким образом, более урожайным оказался сорт Амстердамская, средняя урожайность которого на 3,3 кг/м² больше по сравнению с сортом Барыня. t-критерий Стьюдента показал, что различия между сравниваемыми величинами являются статистически значимыми.

К содержанию

М. В. РАЗГУЛЯЕВА

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. Ф. Ковалевич, старший преподаватель

**ВЛИЯНИЕ ВЫСОКИХ КОНЦЕНТРАЦИЙ КУРКУМИНА
НА ЧИСЛЕННОСТЬ ОСОБЕЙ F₁ ЛИНИИ BERLIN
*DROSOPHILA MELANOGASTER***

Актуальность. Куркумин – это ярко-желтый натуральный краситель, который получают из растения куркумы путем экстрагирования порошка из корня петролейным эфиром, а после спиртом [1]. Благодаря тому, что куркумин способен окрашивать в ярко-желтый цвет животные и растительные волокна, он получил широкое распространение в пищевой промышленности. Также используется для окрашивания фармпрепаратов и косметических изделий [2]. В эксперименте на клеточных культурах была показана способность красителя вызывать клеточную гибель раковых клеток без цитотоксического воздействия на здоровые клетки, оказывать противовоспалительное и антидепрессивное действие. Однако он может увеличивать метастатический рост карциномы легких у мышей, стимулировать в организме человека старение клеток, высокие концентрации могут усиливать действие этанола на организм немеханическим путем [3].

Цель – анализ влияния высоких концентраций куркумина на численность особей F₁ линии Berlin *Drosophila melanogaster*.

Материалы и методы. Для постановки эксперимента использовалась линия Berlin *Drosophila melanogaster* из коллекции кафедры зоологии и генетики БрГУ имени А. С. Пушкина. Для оценки биологического действия куркумина на плодовитость дрозофилы использовались контроль и три концентрации действующего вещества – 2,5 г/л, 5 г/л и 10 г/л. Куркумин добавляли в питательную среду. В каждую бутылочку помещали по две пары родительских особей. Для каждого варианта проводилось пять повторностей. Плодовитость мух оценивали по количеству вышедших имаго, которые подсчитывали каждый день на протяжении недели.

Результаты исследований. При оценке воздействия куркумина в концентрациях 2,5 г/л, 5 г/л и 10 г/л на плодовитость особей F₁ линия Berlin *Drosophila melanogaster* не выявлено существенных отличий по сравнению с контролем в концентрациях 2,5 г/л и 10 г/л (рисунок 1). Для варианта воздействия концентрацией 5 г/л общая численность особей ниже, чем в контроле, что подтверждается статистически. При сравнении концентраций между собой в общей численности дрозофилы установлено

статистически значимое уменьшение количества особей при воздействии концентраций 5 г/л и 10 г/л по сравнению с концентрацией 2,5 г/л, а также при воздействии концентрации 5 г/л по сравнению с вариантом 10 г/л.

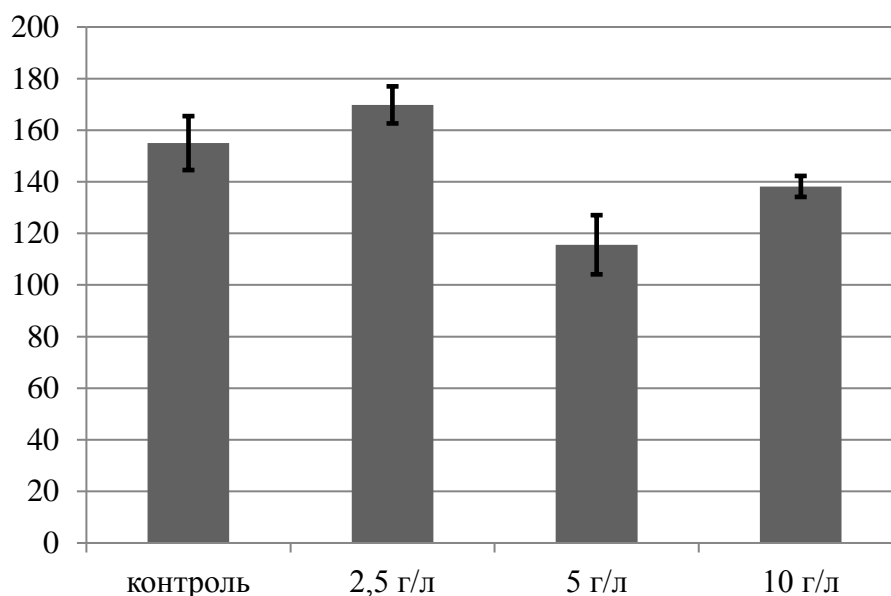


Рисунок 1 – Плодовитость F₁ линии Berlin *Drosophila melanogaster* при воздействии различных концентраций куркумина

Таким образом, воздействие куркумина в концентрации 5 г/л приводит к снижению численности особей F₁ в культуре линии Berlin *Drosophila melanogaster*.

Сравнительный анализ численности самок и самцов при различных вариантах воздействия высокими концентрациями пищевого красителя куркумина представлен на рисунке 2. Если сравнивать воздействие куркумина в концентрациях 2,5 г/л, 5 г/л и 10 г/л на количество самок по сравнению с контролем, то можно увидеть, что при воздействии концентраций 2,5 г/л и 10 г/л нет существенных отличий в численности самок, а при воздействии концентрации 5 г/л численность самок достоверно меньше, чем в контроле. Воздействие куркумина в концентрации 5 г/л на численность самок меньше, чем в концентрации 2,5 г/л, что подтверждается статистически. Между вариантами воздействия концентрациями 2,5 г/л и 10 г/л нет существенных отличий в количестве. При концентрации 5 г/л выявляется тенденция к снижению количества самок F₁ в культуре линии Berlin *Drosophila melanogaster* по сравнению с концентрацией 10 г/л.

Если сравнивать воздействие куркумина в концентрациях 2,5 г/л, 5 г/л и 10 г/л на численность самцов по сравнению с контролем, то можно увидеть, что численность самцов в варианте воздействия концентрацией 2,5 г/л существенно не отличается от контроля. Присутствие куркумина

в концентрации 5 г/л приводит к статистически значимому снижению количества самцов по сравнению с контролем. Куркумин в концентрации 2,5 г/л приводит к достоверному увеличению количества самцов по сравнению с концентрациями 5 г/л и 10 г/л (рисунок 2).

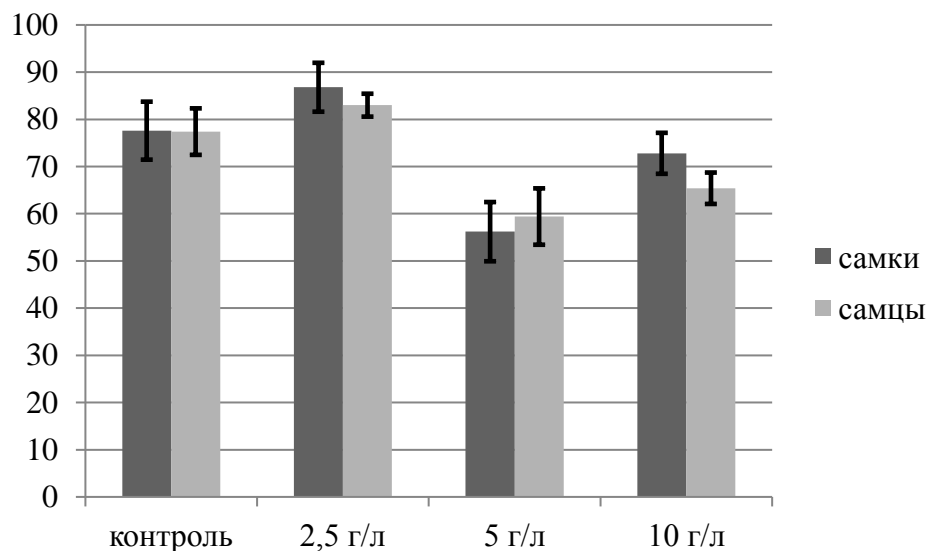


Рисунок 2 – Численность самок и самцов F₁ линии Berlin *Drosophila melanogaster* при воздействии различных концентраций куркумина

При анализе соотношения количества самцов и самок не зафиксировано статистически достоверного изменения соотношения полов.

Заключение. Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод о том, что куркумин в концентрации 5 г/л приводит к снижению общей численности, а также численности самцов и самок в отдельности по сравнению с контролем. Концентрации куркумина 2,5 г/л и 10 г/л существенно не влияют как на общую численность дрозофилы, так и на количество самцов и самок по сравнению с контролем.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Булгаков, А. С. Пищевые добавки : справочник / А. С. Булгаков. – М. : ДеЛи принт, 2001. – 436 с.
2. Болотов, В. М. Пищевые красители: классификация, свойства, анализ, применение / В. М. Болотов, А. П. Нечаев, Л. А. Сарафанова. – СПб. : ГИОРД, 2008. – 240 с.
3. Харламова, О. А. Натуральные пищевые красители / О. А. Харламова, Б. Ф. Кафка. – М. : Пищевая пром-сть, 1979. – С. 129–137.

К содержанию

К. А. РАЗМЫСЛОВИЧ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. В. Шкуратова, канд. биол. наук, доцент

МОРФОТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЭПИФИТНОЙ ЛИХЕНОБИОТЫ МОСКОВСКОГО РАЙОНА Г. БРЕСТА

В Беларуси 68,0 % видового состава лишенобиоты произрастает на коре стволов и ветвей деревьев и кустарников. Из этого количества видов к облигатным эпифитам можно отнести 35,7 % видов. Следует отметить, что большую часть облигатных эпифитов составляют накипные лишайники, в то время как факультативные эпифиты широко представлены листоватыми и кустистыми жизненными формами [1].

В условиях урбанизированных территорий кора древесных пород, применяемых для озеленения, является наиболее приемлемым субстратом для обитания. При этом в городских условиях на лишайники влияют различные поллютанты (диоксид серы, известковая пыль, оксиды азота, оксиды углерода, соединения фтора и др.), что может являться фактором, ограничивающим расселение вида в урбанизированных условиях. Долговременное воздействие низких концентраций поллютантов на лишайники приводит к повреждениям, которые не исчезают вплоть до гибели их талломов [2].

Сбор полевого материала для данного исследования проводили в 2021–2022 гг. маршрутным методом, внимательно осматривая поверхность субстратов. На территории Московского района г. Бреста обследованы сквер Южный, парк Воинов-интернационалистов, парк Мира, улица Янки Купалы, городские леса в окрестностях УЗ «Брестская областная клиническая больница».

При изучении лишенобиоты были собраны образцы лишайников, проведена фотофиксация. При установлении систематической принадлежности собранных видов учитывали морфологические особенности слоевища и качественных реакций [3].

Видовую принадлежность и систематическое положение приводим в соответствии с изданием «Флора Беларуси. Лишайники» [4].

Всего было обнаружено 10 видов эпифитной лишенобиоты. Таксономический список лишенобиоты:

Класс *Lecanoromycetes* O.E. Erikss. et Winka

Порядок *Teloschitales* D. Hawksw. et O.E. Erikss.

Семейство *Teloschistaceae* Zahlbr.

Род *Xantoria* (Fr.) Th. Fr.
Вид *Xantoria parietina* (L.) Th. Fr.
Порядок *Lecanorales* Nannf.
Семейство *Parmeliaceae* Zenker
Род *Hypogymnia* (Nyl.) Nyl.
Виды *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl.,
Hypogymnia tubulosa (Schaer.) Hav.
Род *Parmelia* Ach.
Вид *Parmelia sulcata* Taylor
Род *Tuckermanopsis* Gyeln.
Вид *Tuckermanopsis chlorophylla* (Willd.) Hale
Порядок *Caliciales* Bessey
Семейство *Physciaceae* Zahlbr.
Род *Physcia* (Schreb.) Michx.
Виды *Physcia stellaris* (L.) Nyl., *Physcia caesia* (Hoffm.) Fűrnr.
Порядок *Lecanorales* Nannf.
Семейство *Cladoniaceae* Zenker
Род *Cladonia* P. Browne
Вид *Cladonia fimbriata* (L.) Fr.
Порядок *Lecideales* Vain.
Семейство *Lecideaceae* Chevall.
Род *Lecidea* sp. Ach.
Порядок *Candelariales* Miadl., Lutzoni et Lumbsch
Семейство *Candelariaceae* Nakul.
Род *Candelariella* Müll. Arg.
Вид *Candelariella pacifica* M. Westb.

Выявленные виды эпифитных лишайников относятся к 8 родам, 6 семействам, 6 порядкам и классу *Lecanoromycetes* сумчатых лишайников. Наибольшим видовым многообразием представлены порядок *Lecanorales* и семейство *Parmeliaceae* (4 вида из трех родов). По два вида относятся к родам *Hypogymnia* и *Physcia*.

Среди идентифицированных видов лишайников представлены три морфологические группы: листоватые (7 видов), кустистые (1 вид) и накипные (2 вида). Листоватые талломы оранжево-желтой окраски имеет *Xantoria parietina*. У *Tuckermanopsis chlorophylla* распростертые листоватые талломы имеют зеленовато-коричневую, оливково-коричневую окраску на верхней поверхности. Пепельные, голубоватые или сизые оттенки талломов характерны для *Hypogymnia physodes*, *Hypogymnia tubulosa*, *Parmelia sulcata*, *Physcia stellaris*, *Physcia caesia*.

На чешуйчатом первичном слоевище кустистого лишайника *Cladonia fimbriata* образуются беловато-серые, серовато-зеленоватые столбчатые подеции с мучнисто-соредиозным налетом. На обследованной территории встречается единично. Является факультативным эпифитом. В Республике Беларусь эпифитные образцы этого вида обнаруживаются на сосне, дубе, березе, ольхе, ясене, липе и тополе [5].

Накипные лишайники на исследованной территории немногочисленны – это *Candelariella pacifica* и *Lecidea* sp.

Candelariella pacifica является одним из двух видов соответствующего ряда, регистрируемых на территории Беларуси. Указанный вид на территории страны встречается преимущественно на антропогенных территориях. Мелкие (до 1 см в диаметре) чешуйчатые талломы зеленовато-желтого цвета обычно сливаются между собой.

Lecidea sp. не представляется возможности идентифицировать до вида. Таллом накипной, в виде потрескавшейся корочки, с ровной, бородавчатой, зернистой или порошистой поверхностью, реже в виде тонкого мучнистого налета.

Таким образом, в условиях Московского района г. Бреста на коре древесных пород, применяемых в озеленении, выявлено 10 видов эпифитной лишенобиоты, среди которых преобладают листоватые морфы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Цуриков, А. Г. Эпифитные лишайники Беларуси. II. Облигатные и факультативные эпифиты / А. Г. Цуриков // Изв. Иркут. гос. ун-та. Сер. «Биология. Экология». – 2021. – Т. 35. – С. 51–60.
2. Шапиро, И. А. Загадки растения-сфинкса. Лишайники и экологический мониторинг / И. А. Шапиро. – Л. : Гидрометеиздат, 1991. – 80 с.
3. Яцына, А. П. Практикум по лишайникам / А. П. Яцына, Л. М. Мержвинский. – Витебск : ВГУ им. П. М. Машерова, 2012. – 212 с.
4. Флора Беларуси. Лишайники. В 4 т. Т. 1 / А. П. Яцына [и др.] ; под общ. ред. В. И. Парфенова ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича. – Минск : Беларус. навука, 2019. – 341 с.
5. Цуриков, А. Г. *Cladonia fimbriata* (Lecanoromycetes, Ascomycota) в Беларуси: морфология, распространение и экологические особенности / А. Г. Цуриков, В. В. Голубков, Н. В. Цурикова // Весн. Мазыр. дзярж. пед. ун-та імя І. П. Шамякіна. Сер.: Біял. навукі. – 2015. – № 2. – С. 51–56.

К содержанию

УДК 631.46

М. Г. РАХУБА

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – А. С. Домась, канд. с.-х. наук, доцент

ЦЕЛЛЮЛОЗОЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ ПРИДОРОЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ В УСЛОВИЯХ Г. БРЕСТА

Актуальность. В городских экосистемах почвенный покров трансформируется, изменяются факторы почвообразования, функционирование почвенной биоты. Почвенный микробиоценоз является одним из самых чувствительных индикаторов состояния любых почвенных экосистем, которые находятся под влиянием антропогенных и техногенных факторов. Почвы придорожных территорий испытывают значительное экологическое давление ввиду загрязнения выхлопными газами, продуктами истирания шин, тормозных колодок и покрытия автодорог, применением антигололедных реагентов. Также для данных почв характерны относительно низкие объемы поступления свежего органического вещества, что в совокупности с высокой техногенной нагрузкой способствует угнетению активности почвенной микрофлоры.

Определение целлюлозолитической способности почв дает ценную информацию о превращении лабильной фракции органического вещества, круговороте углерода, активности целлюлозолитического комплекса. Ввиду недостаточности материала по данной проблематике данное направление изучения почв представляется весьма актуальным.

Цель – определить целлюлозолитическую активность в почвах некоторых придорожных территорий г. Бреста.

Материалы и методы. Отбор почвенных образцов производился в 2021 г. на территории г. Бреста маршрутным методом. Смешанный образец составлялся из пяти точечных проб, взятых на глубине 0–20 см на расстоянии 10 м друг от друга вдоль дорожного полотна. Расстояние от дорожного полотна составляло 2 м. Для исследования биологической активности придорожных почв было отобрано 9 почвенных образцов. В качестве контроля использовалась огородная почва. Собранные почвенные образцы помещали в балконные цветочные горшки 60×15×20 см. Поскольку почвенные образцы отбирались в разное время, для достижения равных условий при проведении лабораторного эксперимента они предварительно выдерживались в лабораторных условиях в течение месяца при постоянном достаточном поливе.

Для выявления интенсивности минерализации органических веществ неотбеленную льняную ткань пришивали к полимерной пленке (10×5 см).

Пленку стерилизовали спиртом, а ткань проглаживали утюгом. Ткань предварительно взвешивали. Каждый образец ткани нумеровался.

Подготовленную льняную пластинку помещали вертикально в почвенный образец, так, чтобы льняная пластинка была полностью покрыта почвой. Повторность опыта трехкратная. Время аппликации составило один месяц. Интенсивность процесса разрушения целлюлозы оценивали по убыли в весе.

Для оценки биологической активности почв по интенсивности разрушения клетчатки предполагается использовать шкалу, предложенную Д. Г. Звягинцевым (процент разложившегося полотна за вегетационный сезон): очень слабая < 10, слабая 10–30, средняя 30–50, сильная 50–80, очень сильная > 80 [1].

Результаты и их обсуждение. Интенсивность разложения льняной ткани при аппликации регистрировалась в довольно широком диапазоне в зависимости от пространственного расположения объекта исследования в транспортной сети города. Так, наиболее высокий результат отмечен для почвенного образца, взятого на газоне между полосами движения транспорта по ул. Лейтенанта Рябцева (ГП 1). Процент убыли массы льняной пластинки составил более 85 % (рисунок), что, согласно шкале Д. Г. Звягинцева, характеризовалось как очень сильная интенсивность разложения органических остатков в данной почве.

Высокой биологической активностью в отношении разложения целлюлозы характеризовались почвенные образцы, относящиеся к территориям, расположенным у диспетчерского пункта «Южный городок» (ГП 30), на газоне между тротуаром и проезжей частью по ул. Лейтенанта Рябцева (ГП 13), а также вдоль Партизанского проспекта (ГП 23). Убыль массы аппликации в данных почвенных образцах варьировала от 63,18 % до 79,27 % (рисунок). Если высокая биологическая активность в вариантах ГП 1, ГП 13 и ГП 30 может быть обусловлена сформированной дерниной злаковых трав, являющихся надежным источником свежего органического вещества, то выявленная активность микробного комплекса в образце ГП 13 на данный момент объяснить без дополнительных исследований не представляется возможным. Следует лишь отметить, что практически все исследованные территории отличались легким гранулометрическим составом, тогда как в отмеченном образце почва определялась как легкая глина.

Прочие образцы по классификации Д. Г. Звягинцева относились к градации почв со средней интенсивностью разложения органического вещества. Так, наименьшая убыль массы льняной пластинки зарегистрирована на территории между полосами движения транспорта по Варшавскому шоссе на перекрестке с ул. Суворова (ГП 21), где отмечается высокая интенсивность движения автомобилей различных категорий. Здесь данный показатель составил всего 30 % (рисунок).

Несколько более высокий результат отмечен для придорожной почвы, относящейся к территории Северного полукольца у съезда к АЗС «Белтрансойл» (ГП 20), а также у моста над железной дорогой по Варшавскому шоссе (КТ 36). Здесь убыль массы была практически одинаковой и составила 34,63 % и 34,14 % соответственно.

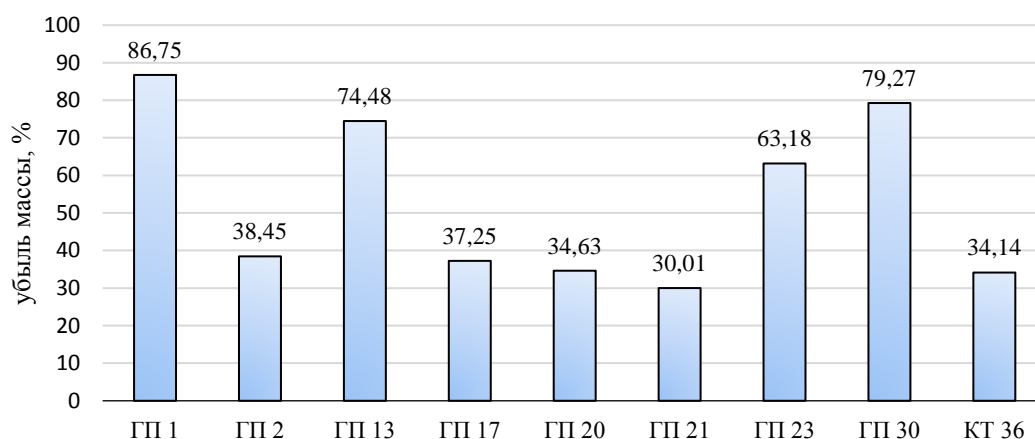


Рисунок – Целлюлозолитическая способность почв придорожных территорий г. Бреста

Также средней интенсивностью разложения органических веществ характеризовались почвы придорожной территории по ул. Героев обороны Брестской крепости (ГП 17) и под древесным пологом на территории защитной полосы по ул. Лейтенанта Рябцева неподалеку от магазина «Санта» (ГП 2).

Выводы. В результате проведенной работы следует отметить отсутствие почв с низкой биологической активностью. Снижение массы льняной пластинки ни на одной из обследованных территорий не было ниже 30 %, а в отдельных образцах достигало 80 % и выше, что является показателем нормальной жизнедеятельности микробиологического комплекса придорожных территорий урбоэкосистемы г. Бреста, несмотря на интенсивное техногенное и антропогенное воздействие.

Полученные данные могут послужить основой для дальнейшего изучения почвенного покрова города, а также могут быть использованы для прогнозирования последствий технопедогенеза и почвенного мониторинга урбоэкосистем.

Исследование выполнено в рамках ГПНИ «Природные ресурсы и окружающая среда» на 2021–2025 гг. НИР «Оценка гумусового состояния и биологической активности почв урбанизированных территорий с различной техногенной нагрузкой» (№ ГР 20211453 от 20.05.2021).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Звягинцев, Д. Г. Биологическая активность почв и шкалы для оценки некоторых ее показателей / Д. Г. Звягинцев // Почвоведение. – 1978. – № 6. – С. 48–54.

К содержанию

УДК 581.821

Д. А. РОМАНОВИЧ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – С. Э. Кароза, канд. биол. наук, доцент

ВЛИЯНИЕ ЭПИКАСТАСТЕРОНА И ЕГО КОНЬЮГАТОВ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ОВСА ПОСЕВНОГО (*AVENA SATIVA* L.) В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Актуальность. Овес – однолетнее травянистое растение семейства злаковых, которое возделывается повсеместно [1]. Новые сорта овса формируют высококачественное сырье для переработки на пищевые продукты и производство полноценных кормов для птицы и молодняка скота, поэтому их выведение – это одно из направлений в селекции овса. Высокое содержание в зерне белка (до 18 %) и жира (до 7 %), а также малое количество или отсутствие пленок делают его ценным и экономически выгодным продуктом [2]. Для стимуляции его роста, развития и урожайности можно использовать биологически активные вещества, к которым относятся и брассиностероиды – фитогормоны, поддерживающие функционирование иммунной системы растения и являющиеся стрессовыми адаптогенами [3]. Одним из их представителей является эпикастастерон, действие которого изучено на многих культурах, в том числе и на овсе посевном [4]. В последнее время усилился интерес к конъюгатам брассиностероидов, объединяющих свойства двух препаратов с различной биологической активностью.

Цель – определить наиболее перспективные концентрации эпикастастерона и его конъюгатов с кислотами для стимулирования роста и развития овса посевного в лабораторных условиях.

Материалы и методы. Материалом для исследования являлся овес посевной (*Avena sativa* L.) сорта Лидия. Сорт низкоплечатый, введен в 2009 г., районирован для всех областей Республики Беларусь, среднеспелый [5]. Предметом исследования являлась проверка активности влияния на его рост и развитие растворов 3-стероидных соединений: 24-эпикаста-

стерон (ЭК), 2-моно-салицилат 24-эпикастастерона (S23) и тетраиндолил-ацетат 24-эпикастастерона (S31) в широком спектре концентраций (10^{-7} – 10^{-11} М). Растворы готовили из исходного спиртового раствора с концентрацией 10^{-4} М путем последовательного разбавления дистиллированной водой. Препараты были синтезированы и предоставлены сотрудниками лаборатории химии стероидов Института биоорганической химии НАН Беларуси. Математическую обработку всех данных проводили по П. Ф. Рокицкому с использованием программы Excel с вычислением стандартных статистических характеристик [6].

Результаты исследований. По отношению к всхожести овса посевного не было выявлено однотипного закономерного действия для всех соединений. Так, в концентрации 10^{-8} М раствор ЭК оказывал ингибирующее влияние на этот показатель. Положительную активность проявили растворы в концентрациях 10^{-11} , 10^{-10} и 10^{-9} М. При использовании раствора с концентрацией 10^{-7} М результаты почти не отличались от контроля (рисунок 1).

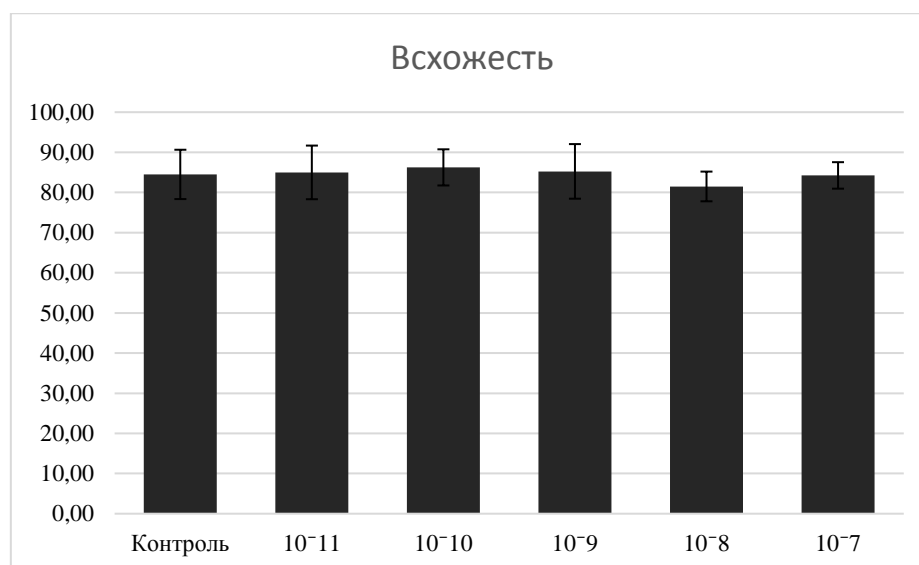


Рисунок 1 – Влияние различных концентраций (моль/л) растворов 24-эпикастастерона на всхожесть, %

По отношению к всхожести растворы S23 максимальную положительную активность проявили в концентрациях 10^{-11} и 10^{-8} М, а при использовании раствора с концентрацией 10^{-7} М достоверных отличий относительно контроля не наблюдалось. Во влиянии S31 наблюдался положительный результат действия растворов почти всех концентраций (10^{-11} , 10^{-10} , 10^{-9} , 10^{-8} М, максимальный – при концентрации 10^{-8} М (на 10 % выше контроля).

Что касается энергии прорастания, для разных препаратов максимальный показатель наблюдался при разных концентрациях: ЭК – 10^{-10} , S23 – 10^{-9} , S31 – 10^{-11} М, в растворах S23 и S31 превышение над контролем составило также около 10 %. В отношении ЭК выявлено, что во всех концентрациях статистически значимых отклонений от контроля (64,5 %) не наблюдалось, хотя наблюдалась тенденция, сходная с результатами по всхожести (рисунок 2). Таким образом, в результате сравнения двух показателей можно сделать вывод о том, что на всхожесть максимально повлияли растворы ЭК в концентрации 10^{-10} , S23 – 10^{-9} , S31 – 10^{-11} М. По отношению к энергии прорастания максимальную положительную активность проявили следующие растворы: ЭК в концентрации 10^{-10} , S23 – 10^{-9} , S31 – 10^{-11} М.

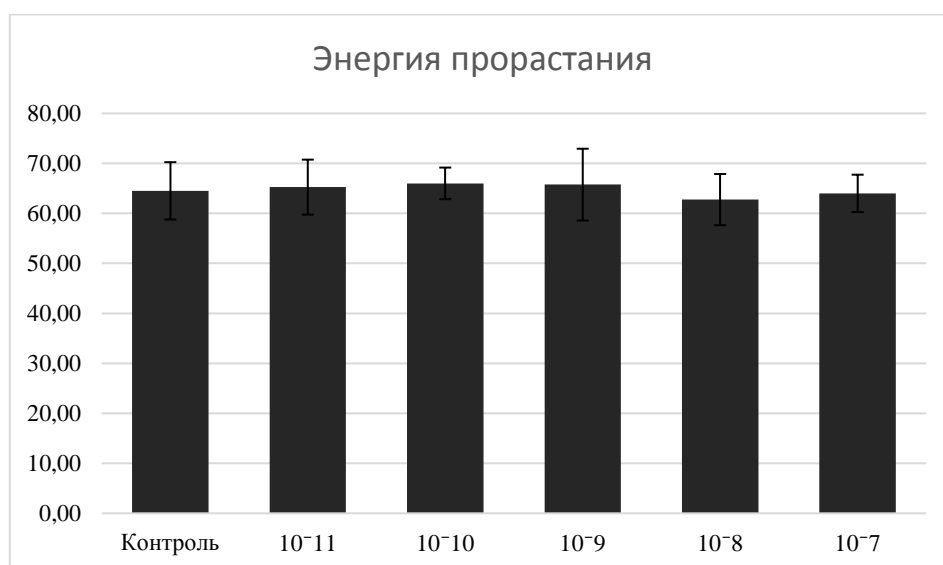


Рисунок 2 – Влияние различных концентраций (М) растворов 24-эпикастастерона на энергию прорастания, %

По большинству остальных показателей положительное влияние также в целом проявлялось для растворов с концентрациями 10^{-11} , 10^{-10} , 10^{-9} М, но максимальные эффекты не полностью коррелировали друг с другом.

Заключение. Таким образом, на следующем этапе, при проведении мелкоделяночного полевого эксперимента, можно ограничиться использованием растворов всех трех препаратов в концентрациях 10^{-11} , 10^{-10} и 10^{-9} М.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Овес посевной [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Овёс_посевной#Ботаническое_описание. – Дата доступа: 04.03.2022.

2. Овес [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://agriculture.by/articles/rastenievodstvo/zernovye-novinki-belorussoj-selekcii>. – Дата доступа: 04.03.2022.

3. Хрипач, В. А. Брассиностероиды / В. А. Хрипач, Ф. А. Лахвич, В. Н. Жабинский. – Минск : Наука и техника, 1993. – 287 с.

4. Биологическая активность брассиностероидов и стероидных гликозидов / С. Э. Кароза [и др.] ; под общ. ред. С. Э. Карозы ; Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина. – Брест : БрГУ, 2020. – 260 с.

5. Государственный реестр сортов [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: https://www.sorttest.by/gosudarstvennyu_reyestr_2020.pdf. – Дата доступа: 03.02.2022.

6. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Минск : Ураджай, 1973. – 320 с.

К содержанию

УДК 581.543

Д. И. РОХАЦЕВИЧ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – М. В. Левковская, старший преподаватель

ФЕНОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ РАННЕЦВЕТУЩИХ ДЕКОРАТИВНЫХ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ САДА НЕПРЕРЫВНОГО ЦВЕТЕНИЯ БРГУ ИМЕНИ А. С. ПУШКИНА

Актуальность. Изучение динамики сезонного развития растений необходимо при подборе их для озеленения населенных мест, для оценки эстетических и санитарно-гигиенических свойств растений, при разработке и проведении мероприятий, обеспечивающих повышение биологической устойчивости городских зеленых насаждений. Материалы фенонаблюдений используют при составлении календарей цветения растений, созревания и сбора плодов и семян, при установлении оптимальных сроков посева и посадки [1].

Цель – проанализировать фенологическое развитие раннецветущих декоративных древесных растений сада непрерывного цветения Центра экологии БрГУ имени А. С. Пушкина.

Материалы и методы. Объекты исследования – декоративные древесные растения, которые цветут в весенний период с марта по май [2]. Фенологические наблюдения исследуемой группы в коллекции сада непрерывного цветения проводили в течение 2021 г. с периодической регистра-

цией фенологического состояния по морфологическим и фенометрическим изменениям. Отмечены фенодаты следующих фаз сезонного развития: вегетативной, бутонизации, цветения, плодоношения, окончания вегетации [3; 4].

Результаты исследований. Ботаническая коллекция сада непрерывного цветения Центра экологии Брестского государственного университета имени А. С. Пушкина включает более 220 видов и форм. Группа раннецветущих декоративных древесных растений включает 23 представителя, относящихся к восьми семействам покрытосеменных растений.

В таблице приведены результаты исследований сезонных изменений и календарные сроки наступления основных фенологических фаз 22 представителей.

Таблица – Календарные сроки некоторых фенологических фаз

Название вида	Даты		
	бутонизации	начала цветения	плодоношения
<i>Amygdalus triloba</i> (Lindl.) Ricker	19.04	26.04	–
<i>Berberis thunbergii</i> DC.	05.05	12.05	04.06
<i>Chaenomeles japonica</i> (Thunb.) Lindl.	22.04	28.04	21.05
<i>Erica carnea</i> L.	25.03	05.04	19.04
<i>Forsythia</i> × <i>hybrida</i> hort.	03.04	12.04	–
<i>Forsythia</i> × <i>intermedia</i> Zabel.	03.04	12.04	–
<i>Magnolia liliflora</i> Desr.	19.04	03.05	–
<i>Magnolia</i> × <i>loebneri</i> P. Kache.	12.04	19.04	12.05
<i>Magnolia</i> × <i>soulangiana</i> Soul.	12.04	03.05	–
<i>Magnolia stellata</i> Maxim.	19.04	21.04	01.05
<i>Paeonia suffruticosa</i> Andr.	19.05	17.05	04.06
<i>Prunus cerasifera</i> Ehrh.	28.04	30.04	13.05
<i>Prunus serrulata</i> Lindl.	03.05	07.05	–
<i>Rhododendron</i> × <i>hybridum</i> hort.	05.05	12.05	08.06
<i>Rhododendron</i> × <i>repens</i> Balf. f. & Forrest	12.05	19.05	21.06
<i>Ribes sanguineum</i> Pursh.	17.04	22.04	–
<i>Spiraea betulifolia</i> Pall.	25.05	28.05	–
<i>Spiraea</i> × <i>cinerea</i> Zabel.	24.04	30.04	–
<i>Spiraea</i> × <i>vanhouttei</i> (Briot) Carriere	17.05	19.05	–
<i>Syringa chinensis</i> Willd.	12.05	17.05	08.06
<i>Syringa vulgaris</i> L.	12.05	15.05	08.06
<i>Weigela praecox</i> (Lemoine) Bailey	28.04	05.05	23.05

Для *Rhododendron dauricum* L. вегетативная фенофаза длилась с 5 мая по 1 октября, без перехода в генеративную.

Наиболее ранняя вегетация в начале цикла развития зарегистрирована в первой декаде апреля у *Paeonia suffruticosa*, *Ribes sanguineum*, *Spiraea cinerea*. Продолжительность облиственного состояния древесных растений до изменения раскраски листьев на осеннюю в период окончания вегетации варьирует в широких пределах – от 68 и 76 дней у *Rhododendron* × *hybridum* и *Spiraea betulifolia* до 164–172 дней у видов р. *Syringa*. Фенодаты бутонизации зарегистрированы 25 марта у *Erica carnea*, 3 апреля – у представителей р. *Forsythia*, 19 мая – у *Paeonia suffruticosa* и 25 мая – у *Spiraea betulifolia*.

Сроки наступления фенологической фазы цветения различны и зарегистрированы в первой декаде апреля у *Erica carnea*, во второй декаде апреля – у р. *Forsythia*, *Magnolia* × *loebneri*, во второй-третьей декаде мая – у *Paeonia suffruticosa*, *Rhododendron* × *repens*, *Spiraea betulifolia*, *Spiraea* × *vanhouttei*, видов р. *Syringa*. Согласно фенонаблюдениям прошлых лет, в 2020 г. *Rhododendron* × *repens* вступил в фенофазу цветения во второй декаде мая, *Spiraea betulifolia* – в первой декаде июня, в то время как в 2019 г. полное цветение *Rhododendron* × *repens* отмечено в третьей декаде апреля, *Spiraea betulifolia* – в третьей декаде мая. В безлистном состоянии цветут *Magnolia* × *loebneri*, *Magnolia stellata*, р. *Forsythia*.

По продолжительности цветения декоративные древесные виды разделены на продолжительно цветущие (дольше 1 месяца), со средней продолжительностью цветения (0,5–1 месяц) и непродолжительно цветущие (1–2 недели) [2; 5].

В коллекции сада описаны виды с длительностью полного цветения как непродолжительно цветущие (6–13 дней) – *Berberis thunbergii*, *Spiraea betulifolia*, *Spiraea* × *vanhouttei*, *Paeonia suffruticosa*, *Prunus serrulata*, *Syringa chinensis*, представители р. *Magnolia*, так и со средней продолжительностью цветения (15–27 дней) – *Magnolia liliflora*, *Ribes sanguineum*, *Spiraea* × *cinerea*, *Syringa vulgaris*, *Rhododendron* × *hybridum*, р. *Forsythia*.

В фенофазу плодоношения вступили 12 из 23 видов: в апреле – *Erica carnea*, в мае – *Chaenomeles japonica*, *Magnolia* × *loebneri*, *Magnolia stellata*, *Prunus cerasifera*, *Weigela praecox*, в июне – *Berberis thunbergii*, *Paeonia suffruticosa*, *Rhododendron* × *hybridum*, *Rhododendron* × *repens*, *Syringa chinensis*, *Syringa vulgaris*. Продолжительность этапа у видов, массовое созревание плодов которых описано в мае-июне, варьирует от 79 и 83 дней у *Prunus cerasifera*, *Paeonia suffruticosa* до 157–163 дней у некоторых магнолий. Начало расцветивания листьев в фенофазу окончания вегетации наблюдается с первой декады июля у *Spiraea betulifolia* и с 1 октября у *Forsythia* × *hybrida*.

Заключение. Группа раннецветущих декоративных древесных растений в коллекции сада непрерывного цветения включает 23 представителя, принадлежащих 13 родам, 8 семействам покрытосеменных растений, вегетативная фенофаза и цветение которых наблюдается в апреле-мае.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Булыгин, Н. Е. Дендрология / Н. Е. Булыгин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л. : Агропромиздат, Ленингр. отд-ние, 1991. – 252 с.
2. Антипов, В. Г. Декоративная дендрология / В. Г. Антипов. – Минск : Дизайн ПРО, 2000. – 280 с.
3. Бейдеман, И. Н. Изучение фенологии растений / И. Н. Бейдеман // Полевая геоботаника : в 5 т. / под общ. ред. Е. М. Лавренко, А. А. Корчагина. – М. ; Л. : Изд-во Акад. наук СССР, 1960. – Т. 2. – С. 333–366.
4. Горышина, Т. К. Экология растений / Т. К. Горышина. – М. : Высш. шк., 1979. – 368 с.
5. Колесников, А. И. Декоративная дендрология / А. И. Колесников. – М. : Лесная пром-сть, 1974. – 704 с.

К содержанию

УДК 543.31

Ю. В. РЫЛАЧ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. С. Ступень, канд. техн. наук, доцент

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ КАТИОНАМИ МАРГАНЦА Р. ПРИПЯТИ В РАЙОНЕ Г. ПИНСКА ЗА ПЕРИОД 2017–2021 ГГ.

Актуальность. Значительная роль в формировании химического состава природных вод Пинского района принадлежит антропогенному загрязнению. Для оценки состояния поверхностных вод существуют два показателя – гидробиологический и гидрохимический.

Гидробиологические показатели позволяют определить величину антропогенной нагрузки на поверхностные водные объекты, охарактеризовать пространственное распределение и выявить тенденции многолетней динамики уровня загрязнения, оценить реакцию экосистемы на сложившуюся за несколько лет нагрузку. Гидрохимические показатели позволяют оценить состояние поверхностного водного объекта, сложивше-

гося за достаточно короткий промежуток времени, с точки зрения долгосрочной перспективы. К основным антропогенным факторам относятся месторождения полезных ископаемых и деятельность промышленных предприятий [1].

Источником загрязнения катионами марганца является подъем глубинных вод во время тектонических движений Земли. Однако это не так распространено, как загрязнение стоками с земель, где используются удобрения, содержащие марганец. Марганец является тяжелым металлом, и увеличение его концентрации грозит серьезными последствиями для организма. В то же время увеличение содержания катионов марганца в воде можно обнаружить визуально и на вкус только при очень высоких концентрациях: вода становится мутной, с желтоватым оттенком и кислой.

Цель – провести мониторинг содержания катионов марганца в р. Припяти за период 2017–2021 гг.

Материалы и методы. В процессе исследования использовали общие методы исследования, обработку статистических данных и данных литературных источников, сравнительный анализ обработанных данных.

Результаты исследований. Информация о содержании катионов марганца в р. Припяти представлена в таблице.

Таблица – Содержание катионов марганца в р. Припяти г. Пинска

Места отбора проб	ПДК, мг/дм ³	Концентрация катионов магния, мг/дм ³
25.01.2017 НСМОС р. Припять		
г. Пинск, 1,0 км выше города	0,04	0,06
г. Пинск, 3,5 км выше города		0,062
25.01.2018 НСМОС р. Припять		
г. Пинск, 1,0 км выше города	0,04	0,036
г. Пинск, 3,5 км выше города		0,036
25.01.2019 НСМОС р. Припять		
г. Пинск, 1,0 км выше города	0,04	0,056
г. Пинск, 3,5 км выше города		0,077
25.01.2020 НСМОС р. Припять		
г. Пинск, 1,0 км выше города	0,04	0,055
г. Пинск, 3,5 км выше города		0,05
21.01.2021 НСМОС р. Припять		
г. Пинск, 1,0 км выше города	0,04	0,046
г. Пинск, 1,0 км выше города		0,067

На рисунке представлена динамика изменения содержания катионов марганца в р. Припяти г. Пинска за период 2017–2021 гг.

Содержание катионов марганца в пробах, отобранных 1 км выше г. Пинска в 2017 г., превышает ПДК в 1,5 раза, та же ситуация наблюдается

в пробах, отобранных 3,5 км ниже города (превышает в 1,55 раза). В 2018 г. концентрация катионов марганца уменьшается в 1,11 раза и не превышает значения ПДК. В 2019 г. концентрация катионов марганца увеличивается и превышает значения ПДК (1 км выше города – в 1,4 раза, 3,5 км ниже города – в 1,93 раза). За 2020 г. наблюдается снижение концентрации: 1 км выше города – концентрация катионов марганца уменьшается на 0,001 мг/дм³ и превышает ПДК в 1,375 раза, 3,5 км ниже города – концентрация уменьшается на 0,027 мг/дм³ и превышает ПДК в 1,25 раза. 2021 г. – концентрация катионов марганца 1 км выше города снижается в 1,196 раза; 3,5 км ниже города – увеличивается в 1,34 раза.

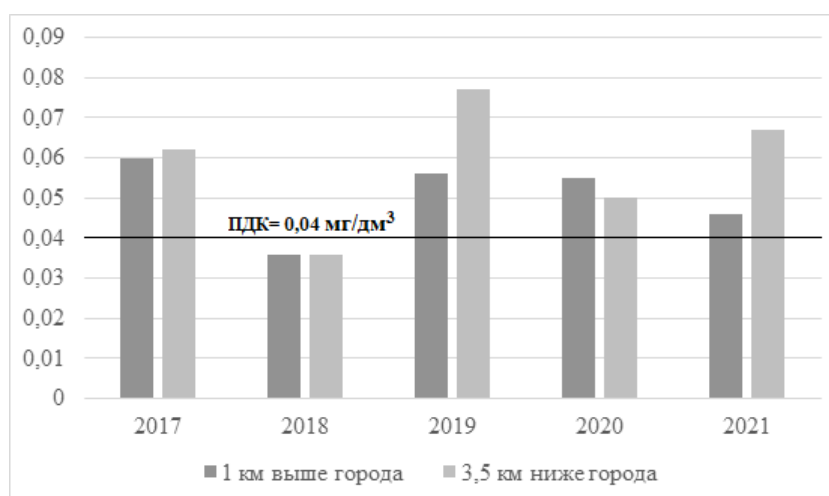


Рисунок – Содержание катионов марганца в р. Припяти за период 2017–2021 гг.

Повышенное содержание марганца в воде может привести к заболеванию печени, в которой в основном концентрируется этот металл. Кроме того, марганец, потребляемый с водой, обладает способностью проникать в тонкий кишечник, кости, почки, железы внутренней секреции и даже воздействовать на головной мозг.

Заключение. Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Поверхностные воды р. Припяти, протекающей в районе г. Пинска, характеризуются высокой степенью загрязнения катионами марганца.
2. Максимальное содержание концентрации катионов марганца наблюдается в р. Припяти в 2017 и 2019 гг.
3. Наименьшие показатели концентраций Mn^{2+} в 2018 и 2021 гг. При этом за 2018 г. концентрация катионов магния не превышает значения ПДК.
4. Повышенное содержание катионов марганца, регулярно регистрируемое в поверхностных водах, в большинстве случаев характерно для рек с заболоченными водоразделами и обусловлено их высоким естественным фоновым содержанием.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мониторинг поверхностных вод [Электронный ресурс]. – Минск, 2019. – Режим доступа: <https://www.nsmos.by/uploads/archive/Sborniki/2019.pdf>. – Дата доступа: 08.03.2021.

К содержанию

УДК 581.5:635.054(476.7)

А. А. САВЧУК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – М. В. Левковская, старший преподаватель

САНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ ПАРКА Г. ПРУЖАНЫ

Актуальность. Зеленые насаждения – неотъемлемая часть градостроительной структуры города и важная часть ее экологического каркаса. Они входят в систему жизнеобеспечения как важнейшие средообразующие и средозащитные факторы, обеспечивающие комфортность и качество среды обитания человека, и обязательный элемент городского ландшафта [1].

Цель работы – оценить санитарное состояние древесных растений парка г. Пружаны.

Материалы и методы. В ходе исследований (2021) определяли состояние каждого древесного растения парка г. Пружаны по шкале категорий состояния хвойных и лиственных пород [2]. Состояние дендрофлоры парка оценивали по средней величине коэффициента состояния видов в баллах (К) [3] и относительного жизненного состояния в процентах (L_n) [4]. Латинские названия древесных и кустарниковых растений приведены по «Определителю высших растений Беларуси» и др. [5; 6].

Результаты исследований. Парк г. Пружаны является ботаническим памятником природы местного значения [7, с. 463]. В ходе исследований структуры и состояния дендрофлоры парка г. Пружаны зарегистрирован 2581 экземпляр 40 видов древесных растений, которые относятся к 29 родам, 18 семействам, двум классам – *Pinopsida* отдела *Pinophyta* и *Magnoliopsida* отдела *Magnoliophyta*.

По количеству особей доминируют следующие виды: *Acer platanoides* (356 шт.), *Alnus glutinosa* (292 шт.), *Carpinus betulus* (279 шт.), *Robinia pseudacacia* (246 шт.), *Fraxinus excelsior* (221 шт.), *Tilia cordata* (206 шт.).

Результаты исследования санитарного состояния древесных растений парка города представлены в таблице.

Таблица – Состояние древесных растений парка г. Пружаны

Вид	Количество		Распределение по категориям состояния, шт.						К, балл	L _n , %
	шт.	%	I	II	III	IV	V	VI		
<i>Acer negundo</i> L.	63	2,44	7	28	27	1	–	–	2,35	59,44
<i>Acer platanoides</i> L.	356	13,79	154	144	55	3	–	–	1,74	77,79
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	1	0,04	1	–	–	–	–	–	1	100
<i>Acer saccharinum</i> L.	8	0,31	2	4	2	–	–	–	2	70
<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	23	0,89	7	11	5	–	–	–	1,91	72,61
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.	292	11,31	116	140	32	4	–	–	1,74	77,74
<i>Betula pendula</i> Roth	34	1,32	11	18	4	1	–	–	1,85	74,26
<i>Carpinus betulus</i> L.	279	10,81	49	173	55	2	–	–	2,04	68,89
<i>Cornus mas</i> L.	1	0,04	–	1	–	–	–	–	2	70
<i>Corylus avellana</i> L.	4	0,155	2	2	–	–	–	–	1,5	85
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	175	6,78	16	115	44	–	–	–	2,16	65,2
<i>Euonymus europaea</i> L.	1	0,04	–	1	–	–	–	–	2	70
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	221	8,56	112	86	23	–	–	–	1,6	82,08
<i>Juglans regia</i> L.	1	0,04	–	1	–	–	–	–	2	70
<i>Larix decidua</i> Mill.	8	0,31	3	2	3	–	–	–	2	70
<i>Malus domestica</i> Borkh.	12	0,46	4	6	1	1	–	–	1,92	72,08
<i>Padus avium</i> Mill.	7	0,27	5	2	–	–	–	–	1,29	91,43
<i>Picea abies</i> (L.) Karst.	31	1,20	2	15	12	2	–	–	2,45	56,13
<i>Populus alba</i> L.	73	2,83	10	36	25	2	–	–	2,26	62,06
<i>Populus balsamifera</i> L.	133	5,15	28	93	11	1	–	–	1,89	73,35
<i>Populus tremula</i> L.	157	6,08	34	99	24	–	–	–	1,94	71,91
<i>Prunus avium</i> L.	2	0,08	–	2	–	–	–	–	2	70
<i>Prunus divaricata</i> Ledeb.	8	0,31	3	4	1	–	–	–	1,75	77,5
<i>Quercus robur</i> L.	144	5,58	21	103	18	2	–	–	2,01	69,72
<i>Quercus rubra</i> Du Rei	17	0,66	5	9	3	–	–	–	1,88	73,53
<i>Rhus typhina</i> L.	2	0,08	2	–	–	–	–	–	1	100
<i>Robinia pseudacacia</i> L.	246	9,53	114	99	32	1	–	–	1,67	79,74
<i>Rosa canina</i> L.	3	0,12	1	2	–	–	–	–	1,67	80
<i>Rubus caesius</i> L.	1	0,04	1	–	–	–	–	–	1	100
<i>Rubus idaeus</i> L.	4	0,155	3	1	–	–	–	–	1,25	92,5
<i>Salix babylonica</i> L.	11	0,43	2	8	1	–	–	–	1,91	72,73
<i>Salix fragilis</i> L.	21	0,81	7	11	3	–	–	–	1,81	75,71
<i>Sambucus nigra</i> L.	2	0,08	–	2	–	–	–	–	2	70
<i>Sorbus aria</i> (L.) Crantz	1	0,04	1	–	–	–	–	–	1	100
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	10	0,39	3	7	–	–	–	–	1,7	79
<i>Swida (Cornus) sanguinea</i> (L.) Opiz	1	0,04	–	1	–	–	–	–	2	70
<i>Syringa vulgaris</i> L.	4	0,155	2	2	–	–	–	–	1,5	85
<i>Thuja occidentals</i> L.	4	0,155	4	–	–	–	–	–	1	100
<i>Tilia cordata</i> Mill.	206	7,98	79	93	34	–	–	–	1,78	76,55
<i>Ulmus pumila</i> L.	14	0,54	6	6	2	–	–	–	1,71	78,57
Общее количество	2581	100	817	1327	417	20	0	0	1,76	77,26

Коэффициент состояния видов древесных растений варьирует от 1 балла у *Acer pseudoplatanus*, *Rhus typhina*, *Rubus caesius*, *Sorbus aria*, *Thuja occidentalis* до 2,35 (*Acer negundo*) и 2,45 балла (*Picea abies*).

Относительное жизненное состояние видов дендрофлоры на исследуемой территории парка изменяется в пределах от 100 % до 59,44 % и 56,13 % соответственно у вышеперечисленных видов.

В составе дендрофлоры парка г. Пружаны зарегистрированы представители четырех категорий состояния, преобладают древесные растения – категории с признаками ослабления (51,41 %) и здоровые растения I категории состояния (31,65 %). Количество сильно ослабленных деревьев и кустарников III категории состояния составляет 16,16 %.

Долевое участие усыхающих древесных растений не превышает 1 %. К этой категории относятся единичные экземпляры *Acer platanoides*, *Alnus glutinosa*, *Carpinus betulus*, *Picea abies*, *Populus alba*, *Quercus robur* и др. Плодовые тела трутовых грибов зарегистрированы на стволах *Quercus robur*, *Malus domestica*. Сухостой в составе древесных насаждений парка отсутствует.

Средний коэффициент состояния дендрофлоры парка равен 1,76, средняя величина относительного жизненного состояния – 77,26 %, что соответствует ослабленным древесным насаждениям. Степень ослабления незначительная, т. к. коэффициент состояния ослабленных насаждений варьирует в пределах 1,5–2 балла, 79–50 %.

Заключение. Состав дендрофлоры парка г. Пружаны представлен 2581 экземпляром 40 видов, среди которых преобладают здоровые и с признаками ослабления древесные растения (83,06 %).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Влияние рекреационной нагрузки на состояние древесных насаждений лесопарка «Дружба» (г. Владимир) / Е. Ф. Некипелова [и др.] // ИВУЗ. «Лесной журнал». – 2015. – № 5. – С. 100–110.
2. Об утверждении Санитарных правил в лесах Республики Беларусь [Электронный ресурс] : постановление М-ва лесного хоз-ва Респ. Беларусь, 19 дек. 2016 г., № 79 // Нормативно-правовые документы Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://zakonby.net/postanovlenie/70563-postanovlenie-ministerstva-lesnogo-hozyajstva.html>.
3. Экологический мониторинг : учеб.-метод. пособие / под ред. Т. Я. Ашихминой. – Изд. 4-е. – М. : Акад. проект : Альма Матер, 2008. – 416 с.
4. Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение / под ред. В. А. Алексеева. – Л. : Наука, 1990. – 200 с.
5. Определитель высших растений Беларуси / под ред. В. И. Парфенова. – Минск : Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.

6. Определитель высших растений Украины / Д. Н. Доброчаева [и др.]. – Киев : Наук. думка, 1987. – 548 с.

7. Государственный кадастр растительного мира Республики Беларусь. Основы кадастра. Первичное обследование 2002–2017 гг. / О. М. Масловский [и др.] ; науч. ред. А. В. Пугачевский. – Минск : Беларус. навука, 2019. – 599 с.

К содержанию

УДК 574.472

А. И. САДКОВСКАЯ

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

Научный руководитель – О. В. Созинов, д-р биол. наук, доцент

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЭКОМОРФ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОГО РЯДА СОСНЯКА МШИСТОГО ЕСТЕСТВЕННОГО И ИСКУССТВЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ (ГРОДНЕНСКАЯ ПУЩА)

Актуальность. По данным государственного лесного кадастра Республики Беларусь на 01.01.2021, покрытые лесом земли в стране занимали площадь 8334,4 тыс. га. [1]. Сосновые леса в связи с широким распространением в Беларуси (более 50 %) и интенсивным антропогенным воздействием характеризуются разнообразной типологической структурой и закономерностями формирования, а также зональными особенностями [2; 3].

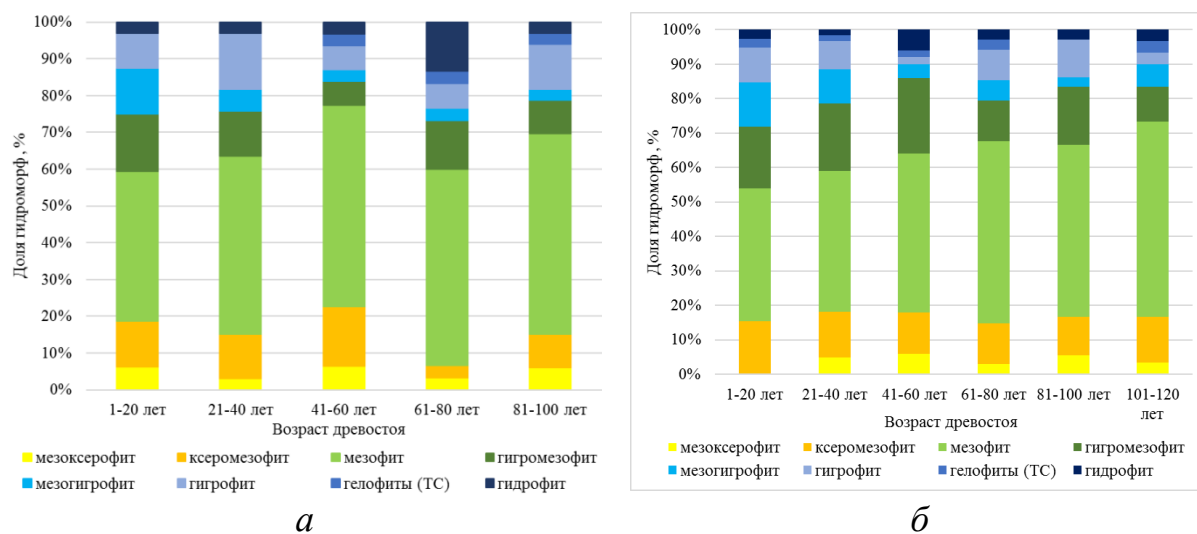
Цель – изучение изменчивости экоморф видового состава разновозрастных сосняков мшистых заказника «Гродненская пуца».

Материалы и методы. Геоботанические исследования были проведены в 2021 г. на территории заказника «Гродненская пуца». Геоботаническое изучение проводили методом пробных площадей (400 м²) в 33 фитоценозах типа леса сосняк мшистый с возрастом древостоя на 2021 г. 5–113 лет (Августовское и Сопоткинское лесничество Гродненского лесхоза). Анализ экоморф проводили с помощью шкал Г. Элленберга (перевели балловую шкалу) [4].

Результаты исследований. В результате анализа полученных данных в изученных сообществах выявлено 154 вида сосудистых растений (50 семейств; доминирующие – *Asteraceae*, *Poaceae*, *Rosaceae*), 30 видов мхов (из них два печеночника) из 14 семейств и 6 видов напочвенных лишайников (семейство *Cladoniaceae* и *Stereocaulaceae*).

Анализ гелиоморф показал, что во всех естественных и искусственных сообществах сосняка мшистого доминируют факультативные гелио-

фиты в диапазоне от 75 до 88 % (рисунок 1). Доля гелиофитов и сциофитов в сложении фитоценозов составляет 6–18 %.



Примечание – гелофит (ТС) – гелофиты (топкий субстрат)

Рисунок 1 – Доля гидроморф в насаждениях естественного происхождения (а) и лесных культурах (б) пространственно-временного ряда сосняка мшистого

Полученные данные согласно анализу гидроморф показали, что в насаждениях искусственного происхождения сосняка мшистого наибольшая доля мезофитных и ксерофитных группировок характерна молодняку (88 %) и средневозрастному фитоценозу (87 %), в остальных колеблется в пределах 77–82 %. Доля гигрофитов, гелофитов и гидрофитов колеблется в пределах 13–23 %, максимум характерен приспевающему сосняку мшистому.

В лесных культурах сосняка мшистого доля мезофитных и ксерофитных группировок имеет тенденцию к возрастанию (85–90 %), при этом доля гигрофитов, гелофитов и гидрофитов колеблется в пределах 10–15 %.

В искусственных разновозрастных сообществах сосняка мшистого на ранних стадиях формирования доля ацидофильной группировки составляет 65 %, затем возрастает до 84 % в средневозрастных и далее снижается до 75 % в спелых сообществах (рисунок 2). Доля ацидофильных группировок возрастает от 57 % в естественных молодняках до 82 % в перестойных сообществах. Доля нейтрофилов в естественных и искусственных сосняках мшистых варьирует от 3 % до 18 %. На возрастном градиенте естественных сосняков уменьшается доля базофильных группировок растений от 31 % до 11 %, в искусственных – 13–23 %.

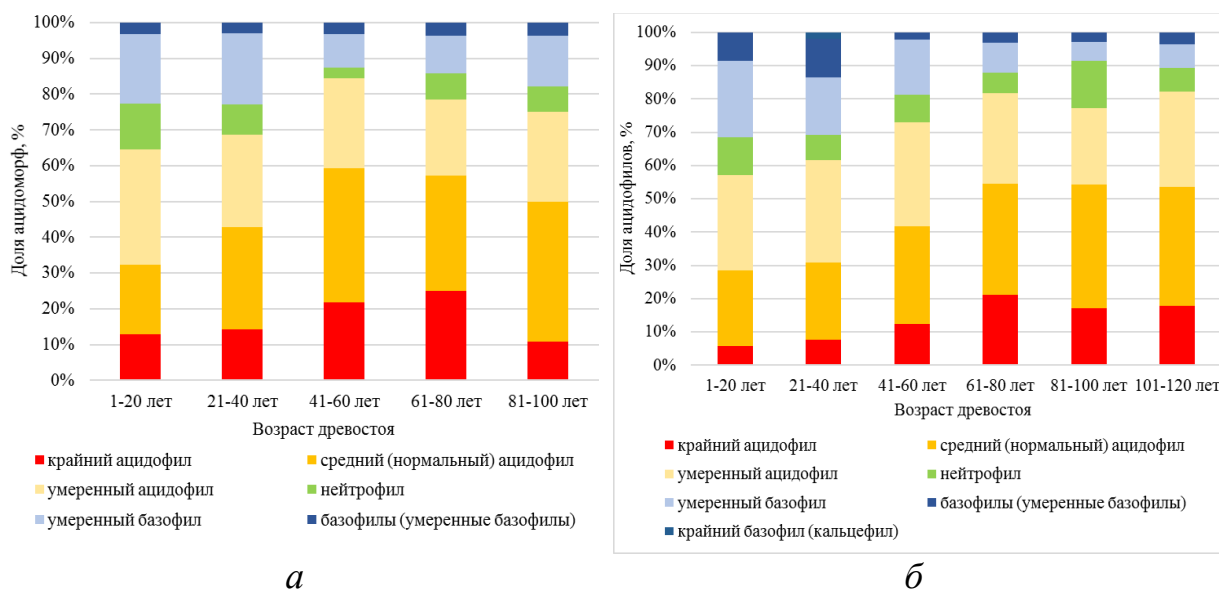


Рисунок 2 – Доля ацидоморф в насаждениях естественного происхождения (а) и лесных культурах (б) пространственно-временного ряда сосняка мшистого

Анализ трофоморф в насаждениях естественного и искусственного происхождения сосняка мшистого показал, что суммарная доля участия в сложении лесных сообществ крайних олиготрофов, олиготрофов и мезотрофов во всех сообществах колеблется от 73 % до 89 % с общей тенденцией к возрастанию от молодняков до спелых сообществ. Доля эвтрофов в сосняках мшистых составляет 11–27 %: в естественных сосняках мшистых имеет тенденцию к уменьшению от молодняков до спелых (с 27 % до 11 %) и незначительно возрастает (17 %) в перестойных, в культурах максимальные доли характерны молоднякам и жерднякам.

Заключение. Таким образом, анализ спектра экоморф в искусственных и естественных разновозрастных сосняках мшистых Гродненской пуци показал, что в естественных сообществах идет монотонное возрастание доли мезофитных, ацидофильных и олиготрофных группировок от молодняков до перестойных сообществ. Искусственным сообществам (культура сосны) также характерен тренд возрастания доли данных группировок при флуктуирующих колебаниях их участия.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственный лесной кадастр Республики Беларусь по состоянию на 01.01.2021 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://belgosles.by/>. – Дата доступа: 03.03.2022.
2. Юркевич, И. Д. Сосновые леса Белоруссии: типы, ассоциации, продуктивность / И. Д. Юркевич, Н. Ф. Ловчий. – Минск : Наука и техника, 1984. – 176 с.

3. Цвирко, Р. В. Современная типологическая структура сосновой формации подзоны грабово-дубово-темнохвойных лесов / Р. В. Цвирко // Ботаника (исследования). – Минск : Право и экономика, 2010. – Вып. 38. – С. 140–148.

4. Ellenberg, H. Zeigerwerte der Gefasspflanzen Mitteleuropas / H. Ellenberg. – Göttingen, 1991. – 282 p.

К содержанию

УДК 504.05;57.017.3;631.95

Х. Р. САДУЛЛАЕВ, М. О. КАЙДАЛОВА

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – А. С. Домась, канд. с.-х. наук, доцент

ВЛИЯНИЕ ЗАСОЛЕНИЯ НА РАННИХ ЭТАПАХ ОНТОГЕНЕЗА *PHLEUM PRATENSE* L.

Актуальность. Отрицательное воздействие хлоридного засоления заключается в нарушении ионного баланса и водного обмена, возрастает токсическое действие ионов натрия и хлора. Изучение адаптаций растений к засолению показывает, что этот процесс идет неравномерно в течение всего индивидуального развития организма. Многочисленные исследования доказывают, что вредное действие солей начинает проявляться с первых этапов прорастания семян. Важно отметить, что прорастание семян и формирование проростков являются критическим периодом в жизненном цикле растений. Так, при засолении субстрата наблюдается торможение данных процессов, что приводит к задержке роста в течение всего периода вегетации.

Тимофеевка луговая является популярным растением для формирования придорожных газонов, где подвергается влиянию солевых смесей, применяемых в зимний период для предотвращения обледенения проезжих частей.

Целью работы – исследование влияния различных концентраций NaCl на рост и развитие *Phleum pratense* L. на ранних этапах онтогенеза.

Материалы и методы. Исследование проводилось в 2022 г. на базе кафедры ботаники и экологии Брестского государственного университета имени А. С. Пушкина. Влияние растворов хлорида натрия на всходы и проростки тимфеевки луговой оценивали по изменению морфометрических показателей и всхожести семян на 4-й и 8-й день эксперимента (ГОСТ 12038-84). Использовали растворы с концентрацией NaCl 50, 100,

150, 200 мМоль. В пластиковую кювету высевали по 100 семян тест-культуры на смоченный солевым раствором соответствующей концентрации (15 мл) слой фильтровальной бумаги. В качестве контроля использовали отстоявшуюся водопроводную воду.

Результаты и их обсуждение. В условиях засоления показатели посевных качеств семян снижались. При этом показатель энергии прорастания испытывал более выраженное отрицательное влияние NaCl. Уже при начальной концентрации солевого раствора энергия прорастания тимopheвки луговой снижалась на 6,7 % относительно контроля. Дальнейший рост концентрации солевого раствора приводил к снижению доли нормально проросших на 4-е сутки опыта семян на 38,7 %, 58,7 % и 65,3 % соответственно в вариантах с 100, 150 и 200 мМоль NaCl.

По истечении восьми дней с начала эксперимента проростки несколько адаптировались к условиям засоления, что выражалось в уменьшении разницы между количеством нормально проросших семян в вариантах в сравнении с контролем. Так, при воздействии минимальной концентрации солевого раствора (50 мМоль) доля проросших семян соответствовала таковой в контроле (76 %). С ростом концентрации доля проросших семян неравномерно снижалась. В варианте с наиболее высокой концентрацией NaCl доля проросших семян достигала 73,7 %. Влияние более низких концентраций солевых растворов было значительно ниже и составило всего –17,1 % и –22,4 % относительно контроля.

Схожая тенденция отмечается и при анализе распределения значений отношения длины стебля к корню. Использование соли в минимальной концентрации оказывало даже некоторый стимулирующий эффект (+16,3 % относительно контроля). Дальнейшее повышение засоленности вызывало снижение показателя отношения стебля к корню с 4,28 до 2,00 для растворов 50 и 200 мМоль соответственно (до –45,7 % к контролю).

Усиление засоленности способствовало практически линейному снижению длины стебля *Phleum pratense* L. с 15,12 мм (50 мМоль) до 6,10 мм в наиболее засоленном варианте, что было ниже значений в контроле на 48,7 % и 79,3 % соответственно.

Корень также испытывал сильное ингибирующее воздействие засоленности, однако полученные результаты не отличались линейным характером с увеличением концентрации солевого раствора. При этом в наиболее засоленном варианте длина корня составила 5,05 мм (–45 % к контролю), тогда как в варианте 150 мМоль снижение относительно контроля было несколько более выражено (–63,1 %), а применение самой низкой концентрации (50 мМоль) снижало длину корня на 55,1 % относительно контроля, что было незначительно ниже (–1,3 %) в сравнении с более высокой концентрацией (100 мМоль).

Выводы. Проростки *Phleum pratense* L. испытывали выраженный негативный эффект в условиях засоления. Наиболее чувствительным признаком данной тест-культуры следует отметить показатель длины стебля и, как следствие, показатель относительной длины стебля к корню, что выражается в снижении значений данных показателей практически до 80 % и 46 % соответственно.

К содержанию

УДК 572.08+504.75

Я. С. САПАЧ

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

Научный руководитель – Н. З. Башун, канд. биол. наук, доцент

МОНИТОРИНГ УРОВНЯ ЗДОРОВЬЯ УЧАЩИХСЯ УЧРЕЖДЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ «ГРОДНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ КОЛЛЕДЖ»

Актуальность. Здоровье – это социальная ценность, т. к. оно представляет собой реальную предпосылку для удовлетворения индивидуальных и общественных, материальных и духовных потребностей. Сохранение и укрепление здоровья подрастающего поколения является проблемой государственного масштаба: здоровье определяет будущее страны [1–3]. Современные технические и социальные достижения привели к недостатку двигательной активности и избыточному высококалорийному питанию среди населения, что поспособствовало развитию так называемых болезней цивилизации (нарушение обмена веществ, атеросклероз, диабет, неврозы, многие сердечно-сосудистые патологии и др.). Растущий объем информации, порождающий нервное напряжение, социальную нестабильность, и экологические катастрофы также не способствуют сохранению здоровья [4].

В настоящее время проведение мониторинга уровня здоровья представителей подрастающего поколения следует рассматривать с целью выявления и решения проблем, связанных с ухудшением здоровья учащихся, на состояние которого негативно влияют многие социальные, экономические и экологические факторы.

Цель работы – проведение мониторинга уровня здоровья учащихся среднего специального учебного заведения – УО «Гродненский государственный медицинский колледж» (далее – УО «ГГМК»).

Материалы и методы. Материалом для исследования послужили справки ВКК и формы 1 здр/у-10, а также отчетная документация о временной нетрудоспособности учащихся колледжа. В УО «ГГМК» проводился анализ здоровья 50 учащихся, среди которых 26 человек (52 %) – учащиеся 2-го курса, 24 человека (48 %) – учащиеся 3-го курса.

Первым этапом мониторинга является составление паспорта здоровья учащихся, который содержит сведения о хронических заболеваниях, группе здоровья и физической группе, количестве пропусков занятий по состоянию здоровья, характер заболеваний в прошлом учебном году и др. На этом этапе анализируется динамика изменения уровня здоровья каждого учащегося.

Следующий этап мониторинга – составление паспорта здоровья группы. Важным моментом данного этапа является динамика изменения уровня здоровья группы по сравнению с прошлыми годами. Паспорта здоровья групп необходимы для сведения в единые паспорта здоровья курсов и паспорт здоровья колледжа.

Важным этапом мониторинга является анализ видов заболеваний, благодаря чему можно проанализировать соотношение заболеваний по разным формам. Имея подобные результаты за прошлые годы, можно проанализировать динамику изменений количества тех или иных заболеваний, сделать выводы и скоординировать профилактическую работу.

Результаты исследований. На 01.09.2021 количество учащихся в УО «ГГМК» с первой группой здоровья составило 25 человек (35 %), со второй – 38 человек (53 %), с третьей – 9 человек (12 %). При этом по сравнению с 2020 г. количество учащихся с первой группой здоровья снизилось на 2 %, со второй – увеличилось на 2 %, а с третьей – не изменилось.

Анализ распределения учащихся по физкультурным группам на 01.09.2021 показал, что количество учащихся с основной группой по физкультуре составило 31 человек (62 %), с подготовительной – 14 человек (28 %), со специальной – 4 человека (8 %), освобожден от занятий физкультурой один человек (2 %). В 2020 г. количество учащихся с основной группой по физкультуре составляло 68 %, с подготовительной – 22 %, со специальной – 8 %, освобождены – 2 %.

На протяжении учебного года проводился анализ пропусков занятий учащимися. За 2020/2021 учебный год учащимися 2-го курса было пропущено 77 % занятий, учащимися 3-го курса – 23 % занятий. По данным результатам можно сделать вывод, что заболеваемость учащихся 2-го курса значительно выше заболеваемости учащихся 3-го курса. Это частично

можно объяснить адаптацией и акклиматизацией к новым условиям учащихся нового набора.

Важным моментом мониторинга является анализ заболеваемости учащихся колледжа. На протяжении 2020/2021 учебного года наиболее распространенными заболеваниями являются ОРЗ, ОРВИ, заболевания органов дыхания, растет количество студентов с заболеваниями органов зрения и деформацией позвоночника.

Заключение. Здоровье человека – динамическое состояние физического, духовного и социального благополучия, обеспечивающее полноценное выполнение человеком трудовых, психических и биологических функций при максимальной продолжительности жизни. Динамичность здоровья обусловлена тем, что функциональные возможности организма, его устойчивость к внешним факторам (природным и социальным) изменяются. Поэтому здоровье варьирует в зависимости от образа жизни, анатомо-физиологических данных и наследственности, внешней среды и природно-климатических условий, уровня здравоохранения [1].

Таким образом, только систематический мониторинг уровня здоровья учащихся позволяет отслеживать изменения в состоянии здоровья и развитии каждого ребенка и конкретной группы учащихся на протяжении нескольких лет обучения, что даст основания делать выводы о целесообразности используемых форм и методов работы, проводить своевременные профилактические, санитарно-гигиенические и коррекционные мероприятия.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Науменко, Ю. В. Здоровьесберегающая деятельность школы / Ю. В. Науменко // Педагогика. – 2006. – № 6. – С. 37–43.
2. Ксензова, Г. Ю. Перспективные школьные технологии : учеб.-мед. пособие / Г. Ю. Ксензова. – М. : Пед. о-во России, 2000. – 224 с.
3. Смирнов, Н. К. Здоровьесберегающие образовательные технологии и психология здоровья в школе / Н. К. Смирнов. – М. : АРКТИ, 2005. – 156 с.
4. Степанов, П. В. Мониторинг воспитательной системы школы: возможности и ограничения / П. В. Степанов // Пед. диагностика. – 2006. – № 4. – С. 27–34.

К содержанию

В. Б. САХНО

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – А. П. Колбас, канд. биол. наук, доцент

ФИТОРЕМЕДИАЦИЯ ОГОРОДНЫХ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ ПОЛИЭЛЕМЕНТНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Актуальность. Тяжелые металлы (ТМ) на сегодняшний день представляют серьезную угрозу для окружающей среды. Накопление ТМ в почве повышает риски для организма человека, они способны накапливаться в тканях, вызывать ряд заболеваний.

Загрязнение почвы – это процесс деградации почвенного слоя, при котором в нем повышается уровень вредных химических веществ. Первыми индикаторами загрязнения становятся растения, страдающие в первую очередь. Чтобы образовался почвенный слой в 3 см, необходимо около тысячи лет, а если нынешние темпы деградации почвы сохранятся, то плодородный слой во всем мире может исчезнуть примерно через 50 лет.

Главной причиной загрязнения почв являются выбросы автомобилей, а также перерабатывающие производства. Основными загрязнителями почв выступают такие металлы, как свинец, кадмий, медь, цинк, никель, марганец и др. [1].

Огородные почвы в черте городов являются депонирующей средой для токсикантов и могут служить индикатором экологической обстановки, а произрастающие на ней растения являются основными «поставщиками» тяжелых металлов в организм человека. Для того чтобы очистить почву от тяжелых металлов, предлагаются различные методы, но самый перспективный – фиторемедиация почв. Преимущества фиторемедиации очевидны: относительно низкая себестоимость, метод безопасен для окружающей среды, теоретическая возможность экстракции ценных веществ из зеленой массы растений, а также возможность мониторинга процесса очистки почв [2].

Цель – с помощью метода фиторемедиации очистить огородные почвы от загрязнения тяжелыми металлами и определить эффективность различных видов растений.

Материалы и методы. Для закладки полевого эксперимента был выбран приусадебный участок с наиболее высоким уровнем полиэлементного загрязнения ТМ в г. Бресте. Приусадебный участок находится в местах, наиболее подверженных загрязнению и накоплению ТМ.

Для закладки полевого опыта выбраны следующие культуры, обладающие высоким фиторемедиационным и (или) фитоиндикационным потенциалом: подсолнечник однолетний (*Helianthus annuus* L.) и гибриды румекс, фестулолиум.

Руководствуясь разработанными подходами, на участке были отобраны почвы или техногенные субстраты. Учитывая, что большинство техногенных выбросов накапливается на поверхности почвенного покрова, образцы отбирали из пахотного слоя (огородные почвы приусадебного участка) или горизонта А1 до глубины 20 см в пяти местах (методом конверта) и составляли смешанный образец. Пробы почв анализировали на валовое содержание ТМ методом атомно-абсорбционной спектроскопии на приборе SOLAAR MkII M6 DoubleBeam AAS (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание ТМ в почвах и субстратах относительно ПДК

Код	Pb	Cd	Cu	Zn	Ni	Mn
ПУ-2	1,7	0,8	0,9	3,4	0,3	0,1
ПУ-3	1,0	0,4	0,6	2,0	0,3	0,1

Результаты исследований. В ходе проведенного исследования были получены следующие данные (таблица 2).

Таблица 2 – Коэффициенты биологического накопления (КБН) для культур в полевых условиях

Культура	КБН						
	Pb	Cd	Cu	Zn	Ni	Mn	Сумма
Подсолнечник	0,013	0,833	2,282	0,949	0,086	0,308	4,471
Румекс	0,059	1,071	1,123	0,915	0,149	0,637	3,954
Фестулолиум	0,031	0,029	0,854	0,383	0,675	0,117	2,088

Среди растений максимальная экстракционная способность обнаружена у подсолнечника (Cu, Zn), румекса (Cd, Cu) и фестулолиума (Ni). Так как значения КБН не превышают 10, то все растения относятся к типу вторичных аккумуляторов, которые можно рекомендовать для очистки как моно-, так и полиметаллических загрязнений почв. В целом сорго и фестулолиум в большей степени проявляли фитостабилизационные свойства.

В большинстве случаев растения, произрастающие на загрязненных почвах, имеют значительно меньший показатель, чем растения на незагрязненных почвах, что позволяет говорить о толерантности этих видов растений. Было отмечено, что при высоком внешнем уровне ТМ чувствительные к ним растения содержат больше металлов в побегах, чем устойчивые к ТМ растения. Это позволяет высказать мнение о том, что чувстви-

тельные растения транспортируют больше ТМ из корней в побеги, чем толерантные. Ограниченный транспорт ТМ в побеги толерантных растений может объяснить их устойчивость [3].

Толерантные виды растений с фитостабилизационными свойствами имеют тенденцию к ограничению переноса в системах почва – корень и корень – побег и поэтому значительно меньшее накопление в своей биомассе, тогда как аккумуляторы активно поглощают и переносят металлы в наземные органы.

Заключение. В данной работе был апробирован метод очищения огородных почв от ТМ при помощи зеленых растений (фиторемедиация), а также изложены принципы и основные механизмы реализации данного метода. Наиболее эффективным для фитоэкстракции является подсолнечник (за счет повышенной урожайности).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Baize, D. Un point sur les teneurs totales des éléments traces métalliques dans les sols / D. Baize. – Paris, 1997. – 408 p.

2. Assessing heavy metal sources in agricultural soils of an European Mediterranean area by multivariate analysis / C. Mico [et al.] // Chemosphere. – 2006. – Vol. 65. – P. 863–872.

3. Зинина, О. Т. Влияние некоторых тяжелых металлов и микроэлементов на биохимические процессы в организме человека / О. Т. Зинина // Избранные вопросы судебно-медицинской экспертизы. – Хабаровск, 2001. – № 4. – С. 99–105.

К содержанию

УДК 581.844

И. И. СИМОНОВИЧ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – В. И. Бойко, канд, биол. наук, доцент

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОДНОЛЕТНИХ СТЕБЛЕЙ *CITRUS SINENSIS* L. И *FORTUNELLA MARGARITA* SWINGLE

Актуальность. Однолетний стебель обладает значительным количеством диагностических признаков. Изучение анатомической структуры однолетнего стебля растений имеет большое значение для диагностики и уточнения границ таксонов, для решения задач филогении, проведения научной и криминалистической экспертиз.

Цель – сравнить анатомическую структуру однолетних стеблей *Citrus sinensis* L. и *Fortunella margarita* Swingle.

Материалы и методы. Сбор растительного материала проводился в отделе «Зимний сад» Центра экологии БрГУ имени А. С. Пушкина. Образцы стеблей объектов исследования собирались нами в октябре 2020 и 2021 гг., т. е. в период, когда камбий находится в неактивном состоянии. Их фиксировали в 96 %-м спирте и выдерживали в смеси спирта и глицерина (1:1) по общепринятой методике [1]. Из последних готовили микрообразцы, которые использовали для получения срезов. Материал окрашивали регрессивным способом, помещая в сафранин, а затем в нильский синий. После окраски срезы проводили через растворы спиртов разных концентраций (50, 75 и 96 %). На следующем этапе они обрабатывались карбол-ксилолом и ксилолом, после чего помещались в канадский бальзам. Постоянные препараты анализировали на световом микроскопе. Измерения производили с использованием винтового окуляр-микрометра МОВ-1-15 [2].

Результаты исследований. На поперечном срезе однолетние стебли у исследуемых видов имеют ребристую форму. Эпидерма у апельсина и кумквата однослойная, трихом не образует. У апельсина клетки эпидермы овальной формы. Тангентальный размер их составляет около 18–21 мкм, а радиальный размер – 9–11 мкм. Наружные тангентальные стенки эпидермальных клеток покрыты толстым слоем кутикулы, который достигает в толщину 3–4 мкм.

У кумквата клетки эпидермы овальной и округлой формы. Их тангентальный размер составляет от 10 до 15 мкм, а радиальный – 7–9 мкм. Наружные тангентальные стенки эпидермы покрыты слоем кутикулы, толщина которого достигает 2–3 мкм.

Под эпидермой у исследуемых видов залегает слой колленхимы, ее клетки округлые, с равномерно утолщенными оболочками. Ширина ткани на поперечном срезе составляет 25–30 мкм. Колленхима сложена 3–4 слоями клеток. Клетки имеют радиальный размер от 11 до 15 мкм, а тангентальный – от 12 до 18 мкм.

Центральнее от колленхимы расположена первичная кора. Клетки первичной коры имеют овальные, иногда округлые очертания. Овальные клетки вытянуты в тангентальном направлении. Ткань является гомогенной и состоит из тонкостенных клеток.

Ширина первичной коры у апельсина на поперечном срезе достигает 200–300 мкм. Тангентальный размер клеток равен 19–30 мкм, радиальный – 12–17 мкм.

У кумквата первичная кора имеет ширину 40–60 мкм. Тангентальный размер клеток колеблется от 18 до 26 мкм, а радиальный – 12–16 мкм.

Клетки первичной коры кумквата содержат призматические кристаллы оксалата кальция. Также в этой ткани расположены вместилища эфирных масел. На поперечном срезе они имеют овальную форму. Тангентальный размер эфирномасличных вместилищ составляет 80–90 мкм, а радиальный – от 45 до 60 мкм. Клетки, образующие эфирномасличные вместилища, сильно удлиненные. Их тангентальный размер составляет 20–25 мкм, а радиальный – 2–3 мкм.

По направлению к центру от первичной коры расположены группы волокон механического кольца. В разных участках стебля ширина кольца варьирует от 25 до 38 мкм. Диаметр механических волокон у апельсина и кумквата на поперечном срезе достигает 15 мкм, а диаметр просветов – 3–4 мкм. Толщина вторичных оболочек колеблется около 5–7 мкм.

К центру от кольца механических элементов находится вторичная флоэма. Ширина луба в разных участках стебля варьирует от 34 до 82 мкм. У обоих видов она состоит только из проводящих и запасающих элементов (механические отсутствуют). Проводящими элементами являются ситовидные трубки, рядом расположены клетки-спутницы. Ситовидная трубка на поперечном разрезе имеет форму пятиугольника и шестиугольника, диаметр трубки составляет 9–12 мкм. Лучи однорядные, их слойность составляет 17–18 клеток, а ширина – 12–15 мкм. Среди ситовидных трубок находятся клетки аксиальной (вертикальной) паренхимы. У кумквата в этих клетках откладываются оксалаты кальция. В поперечном сечении клетки имеют округлую форму, диаметр составляет 6–9 мкм.

Центральнее от флоэмы располагается вторичная ксилема. Между вторичными проводящими тканями находится один слой клеток камбия.

Ксилема у исследуемых видов рассеянно-сосудистая. Ширина ткани в разных участках варьирует от 80 до 145 мкм. Ее сосуды в поперечнике имеют шестиугольную форму, их длина составляет 28–40 мкм. Среди проводящих элементов встречаются трахеиды. Они на поперечном сечении также имеют шестиугольную форму. Диаметр этих элементов у апельсина около 12–17 мкм. У кумквата тангентальный размер трахеид составляет 15–18 мкм, а радиальный – 20–24 мкм.

Между сосудами и трахеидами радиальными рядами располагаются механические волокна. Их диаметр на поперечном сечении достигает 15 мкм, диаметр просветов составляет 3–5 мкм, а толщина вторичных оболочек – 5–7 мкм.

У кумквата в направлении к центру от вторичной ксилемы расположены участки первичной ксилемы. Ширина их составляет 20–34 мкм. Диаметр проводящих элементов первичной ксилемы составляет 13–16 мкм.

В самом центре стебля расположена сердцевина. По периферии сердцевины находится перимедуллярная зона, в ее составе находятся клетки

более мелких размеров. Диаметр клеток паренхимы перимедулярной зоны составляет 9–11 мкм. У апельсина сердцевина является гетерогенной. Клетки сердцевины имеют шестиугольную форму на поперечном сечении. Диаметр клеток равен 40–60 мкм. Среди клеток сердцевины встречаются брахисклереиды. Диаметр брахисклереид составляет 35–45 мкм.

У кумквата сердцевина гомогенная, клетки тонкостенные, шестиугольные, они содержат кристаллы оксалата кальция. Диаметр клеток составляет 40–65 мкм.

Заключение. Таким образом, в ходе исследования установлено, что для апельсина и кумквата характерна сходная топография тканей на поперечном срезе. Однако имеются отличия, касающиеся некоторых количественных параметров, отсутствие эфирномасличных вместилищ в первичной коре (у апельсина), отсутствие брахисклереид среди клеток сердцевины (у кумквата), наличие первичной ксилемы у кумквата.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Прозина, Н. М. Ботаническая микротехника / Н. М. Прозина. – М. : Высш. шк., 1960. – 260 с.
2. Бойко, В. И. Анатомическое строение коры видов сем. Ericaceae Juss. : дис. ... канд. биол. наук : 03.00.05 / В. И. Бойко. – Воронеж, 1995. – 237 л.

К содержанию

УДК 632.8+661.248+661.98

Д. А. СИНИЦЫНА

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. С. Ступень, канд. техн. наук, доцент

МОНИТОРИНГ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ПРЕДПРИЯТИЕМ «БАРАНОВИЧСКИЕ ТЕПЛОВЫЕ СЕТИ» ЗА ПЕРИОД 2016–2020 ГГ.

Актуальность. Проблемы экологии и мониторинга атмосферного воздуха в настоящее время очень актуальны. На урбанизированных территориях этот вопрос стоит особенно остро из-за скопления личного и общественного транспорта, а также промышленных объектов.

Барановичские тепловые сети – это филиал республиканского унитарного предприятия «Брестэнерго». В настоящий момент общая протяженность тепловых сетей, находящихся на балансе филиала, составляет 148 км по каналу. Ежегодно на предприятии проводятся ремонтные работы котлоагрегата и турбины. В 2018–2019 гг. был проведен капитальный

ремонт теплосетей с применением ПИ-трубопроводов, что повысило надежность и экономичность оборудования.

Предприятие «Барановичские тепловые сети» выбрасывает в атмосферу воздуха такие загрязняющие вещества, как углерод оксид, сера диоксид, моно- и диоксид азота, бензопирен, а также ртуть и ее соединения. Углерод оксид имеет четвертый класс опасности, азот оксид и сера диоксид – третий класс опасности, азот диоксид – второй, ртуть и бензопирен – первый класс опасности.

Цель – провести мониторинг и выявить общую динамику выбросов загрязняющих веществ предприятием «Барановичские тепловые сети» за период 2016–2020 гг.

Материалы и методы исследования. При анализе использовались данные, предоставленные филиалом «Барановичские тепловые сети» республиканского унитарного предприятия «Брестэнерго», а также литературные источники. В качестве метода использовалась статистическая обработка данных.

Результаты исследования. Анализ данных за 2016–2021 гг. показал, что в 2017 г. количество выбросов увеличилось на 4,74 % по сравнению с предыдущим. В последующие 2018 и 2019 гг. наблюдалась динамика на снижение количества выбросов на 7,1 % и 5 % соответственно. В 2019 г. был зафиксирован минимальный выброс веществ за изучаемый период. В 2020 г. наблюдается резкое увеличение количества выбросов на 18,51 % по сравнению с результатом 2019 г. Максимальный выброс был зафиксирован в 2021 г. Увеличение количества выбросов в 2021 г. незначительное (по сравнению с 2020 г.), составляет 1,5 %. По сравнению с 2016 г. количество выбросов в 2021 г. составляет 13,2 %. Динамика количества выбросов за исследуемый период представлена на рисунке 1.

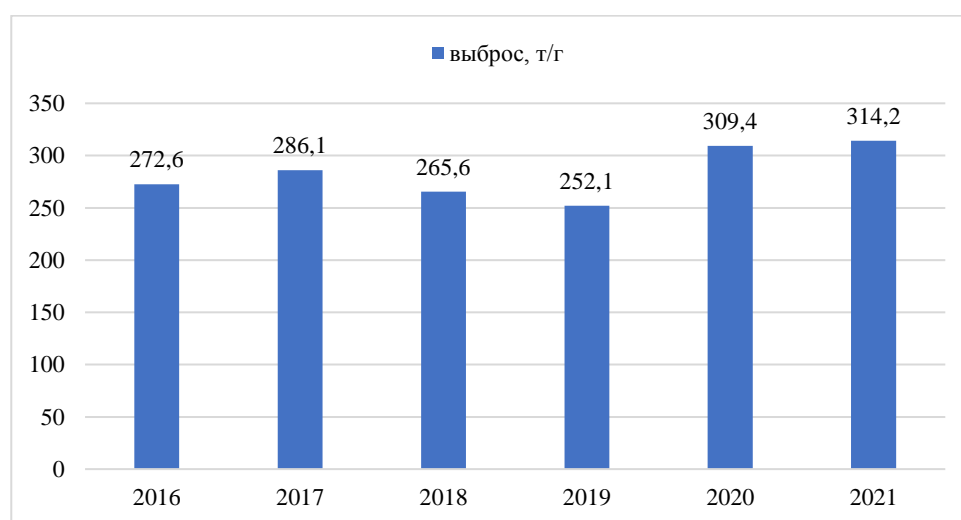


Рисунок 1 – Количество выбросов газов за период 2016–2021 гг.

Также был проведен мониторинг сезонного изменения количества выбросов в течение года (рисунок 2).

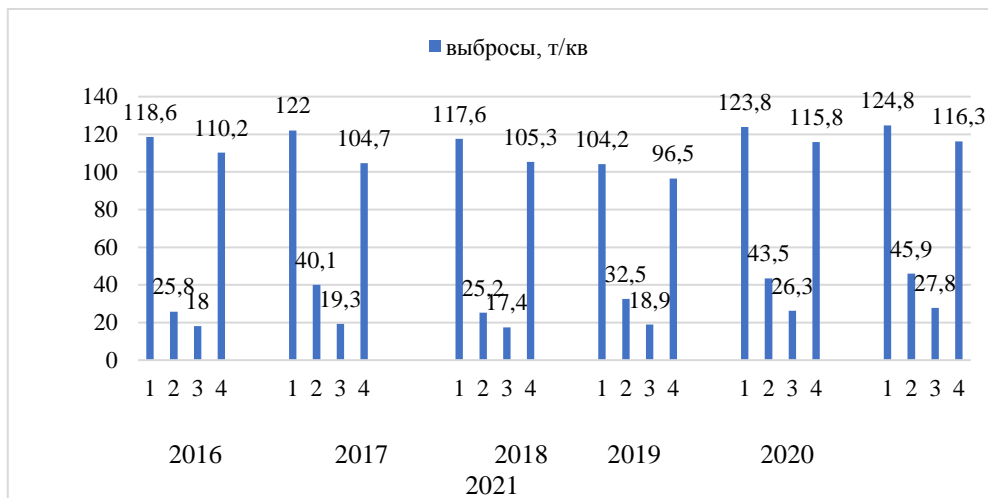


Рисунок 2 – Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу по сезонам за период 2016–2021 гг.

Заключение. 1. Изменение количества выбросов предприятием «Барановичские тепловые сети» за период 2016–2021 гг. имеет тенденцию на увеличение. Прирост количества выбросов в 2021 г. по сравнению с 2016 г. составляет 13,2 %.

2. В 2019 г. наблюдалось минимальное количество выбросов, что совпадает с общей динамикой выбросов по стране. Это может быть связано с уменьшением валового выброса по республике. В 2019 г. зафиксирован наименьший валовый выброс в г. Барановичи в масштабах Республики Беларусь.

3. Увеличение количества выбросов в 2020 г. связано с увеличением мощности тепловых сетей. В 2021 г. количество выбросов увеличилось, по нашему мнению, в связи со строительством и введением в эксплуатацию новой теплотрассы к микрорайону Северный-2 в г. Барановичи.

4. Динамика изменения количества выбросов по сезонам (кварталам) за исследуемый период характеризуется пиками в первом и четвертом кварталах, что связано с наличием отопительного сезона.

5. Количество выбросов загрязняющих веществ в атмосферу предприятием «Барановичские тепловые сети» за 2016–2021 гг. не превышает предельно допустимых концентраций.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чтобы быстрее дать горячую воду, на Барановичской ТЭЦ трудятся даже ночью [Электронный ресурс] // РУП «Брестэнерго». – Режим

доступа: <https://www.brestenergo.by/%D0%9D%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C/481>. – Дата доступа: 05.03.2022.

2. На подстанции 330 кВ «Барановичи» испытан и введен в эксплуатацию автотрансформатор [Электронный ресурс] // РУП «Брестэнерго». – Режим доступа: <https://www.brestenergo.by/%D0%9D%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C/326> – Дата доступа: 05.03.2022.

3. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/makroekonomika-i-okruzhayushchaya-sreda/okruzhayuschaya-sreda/sovme-stnaya-sistema-ekologicheskoi-informatsii2/a-zagryaznenie-atmosfernogo-vozduha-i-razrushenie-ozonovogo-sloya/a-1-vybrosy-zagryaznyayuschih-veschestv-v-atmosfernyi-vozduh/>. – Дата доступа: 05.03.2022.

К содержанию

УДК 595.44:591.524

Е. Ю. СИНЯКОВСКАЯ

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

Научный руководитель – А. В. Рыжая, канд. биол. наук, доцент

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ ПАУКОВ БОЛОТА ЧЁРТОВО И ПАРКОВЫХ КОМПЛЕКСОВ Г. ГРОДНО

Актуальность. Степень изученности фауны пауков на территории Республики Беларусь не такая высокая, как в большинстве других стран, особенно в городских экосистемах и на особо охраняемых территориях.

Цель – установление и выявление экологических комплексов представителей отряда Aranei на территории болота Чёртово (Гродненский район) и в парковых комплексах г. Гродно.

Материалы и методы. Материал собирали на территории болота Чёртово (четыре пробные площади) и в парках г. Гродно.

Паука накрывали небольшой баночкой со спиртом и потом стряхивали его туда [1, с. 282].

Собирали пауков в 70–75 %-й спирт, при этом постоянно доливали испаряющийся спирт. На каждую баночку с пауками наклеивали этикетку со сведениями о времени и месте сборов [2].

Результаты исследований. Экологические характеристики установленных в ходе исследования видов представлены в таблице.

Таблица – Экологические комплексы пауков болота Чёртово и парковых комплексов г. Гродно

Вид	Биотопическая приуроченность	Паутина	Способы охоты
<i>Evarcha arcuata</i> (Clerck, 1757)	На опушках или на лугах около леса	Круглая, крепкая	С помощью ловчих приспособлений
<i>Xysticus cristatus</i> (Clerck, 1758)	На опушках или на лугах около леса	Круглая, липкая	С помощью ловчих приспособлений
<i>Alopecosa aculeate</i> (Clerck, 1758)	На болотах, заболоченных лугах	Не строят ловчих сетей	Бродячие пауки
<i>Alopecosa pulverulenta</i> (Clerck, 1757)	На болотах, заболоченных лугах	Не строят ловчих сетей	Бродячие пауки
<i>Araneus diadematus</i> (Clerck, 1758)	На деревьях и кустарниках	Колесовидная, липкая	С помощью ловчих приспособлений
<i>Araneus quadratus</i> (Clerck, 1758)	На лугах с влажной почвой	Круглая, липкая	С помощью ловчих приспособлений
<i>Dolomedes fimbriatus</i> (Clerck, 1758)	На опушках или на лугах около леса	Не строят ловчих сетей	Бродячие пауки
<i>Agalenatea redii</i> (Scopoli, 1763)	На опушках или на лугах около леса	Круглая, крепкая	С помощью ловчих приспособлений
<i>Pisaura mirabilis</i> (Clerck, 1758)	На опушках или на лугах около леса	Круглая, крепкая	С помощью ловчих приспособлений
<i>Neoscona adianta</i> (Walckenaer, 1802)	В зарослях кустарников и высоких трав	Круглая, крепкая	С помощью ловчих приспособлений
<i>Aculipeira ceropegia</i> (Walckenaer, 1802)	В зарослях кустарников и высоких трав	Круглая, липкая	С помощью ловчих приспособлений
<i>Tetragnatha dearmata</i> (Thorell, 1873)	На болотах, заболоченных лугах	Колесовидная, липкая	С помощью ловчих сетей
<i>Xerolycosa miniata</i> (C.L.Koch, 1834)	На болотах, заболоченных лугах	Не строят ловчих сетей	Бродячие пауки
<i>Evarcha falcate</i> (Clerck, 1757)	На деревьях и кустарниках	Не строят ловчих сетей	Бродячие пауки
<i>Larinioides cornutus</i> (Clerck, 1758)	На лугах с влажной почвой	Конусовидная	С помощью ловчих приспособлений
<i>Mangora acalypha</i> (Walckenaer, 1802)	В зарослях кустарников и высоких трав	Круглая, липкая	С помощью ловчих приспособлений
<i>Pisaura mirabilis</i> (Clerck, 1758)	На опушках или на лугах около леса	Круглая, крепкая	С помощью ловчих приспособлений
<i>Tetragnatha extensa</i> (Linnaeus, 1758)	В лесу, среди низкой растительности	Круглая, крепкая	С помощью ловчих приспособлений
<i>Tetragnatha obtuse</i> (C.L.Koch, 1837)	На стволах деревьев и лесной почве	Горизонтальная	С помощью ловчих приспособлений
<i>Metillina mengei</i> (Blackwall, 1869)	В лесу, среди низкой растительности	Горизонтальная	С помощью ловчих приспособлений
<i>Metillina segmentata</i> (Clerck, 1758)	На опушках или на лугах около леса	Круглая, крепкая	С помощью ловчих приспособлений
<i>Drapetisca socialis</i> (Clerck, 1758)	На стволах деревьев и лесной почве	Круглая, липкая	С помощью ловчих приспособлений

Проанализировав полученные данные (таблица), выяснили, что наиболее часто установленные виды пауков приурочены к опушкам и лугам около леса (32 % видового обилия) (рисунок 1).

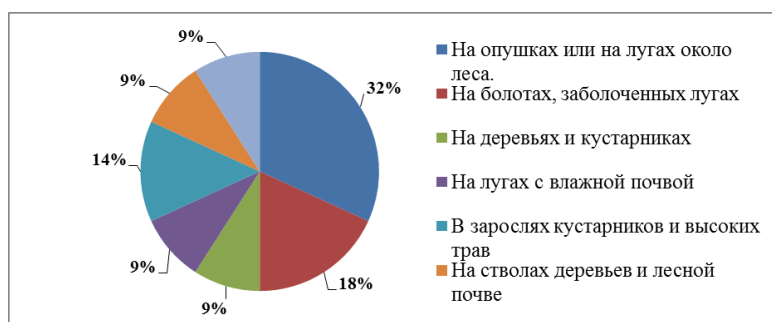


Рисунок 1 – Биотопическая приуроченность пауков болота Чёртово и парковых комплексов г. Гродно

На территории болота установлены как виды, плетущие паутину, так и виды, для которых паутина не характерна, они охотятся днем и при поисках добычи полагаются главным образом на зрение. Эти виды составили 23 % от видового обилия пауков.

На территории парковых комплексов г. Гродно были выявлены только такие виды пауков, которые плетут паутину.



Рисунок 2 – Тип строения паутины пауков болота Чёртово и парковых комплексов г. Гродно

На территории болота Чёртово с помощью ловчих сетей добывают пищу виды, которые составляют 77 % от видового обилия пауков болота. Остальные виды являются бродячими пауками (22,7 % от видового обилия).

Заключение. На территории парковых комплексов г. Гродно все виды паукообразных плетут паутину и при помощи ловчих приспособлений добывают пищу и охотятся. На территории болота Чёртово преобладают

виды пауков, которые с помощью ловчих сетей добывают пищу, также были выявлены бродячие пауки, которые не плетут ловчих сетей, охотятся днем и при поиске добычи полагаются главным образом на зрение.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тыщенко, В. П. Определитель пауков европейской части СССР / В. П. Тыщенко. – Л. : Наука, 1971. – 282 с.
2. Методы сбора пауков и хранение коллекционного материала [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://paukoobraznye.ru>. – Дата доступа: 25.04.2019.

К содержанию

УДК 58;577.21.06;911.2:574.9

Ю. И. СМАРШКОВА

Минск, БГУ

Научный руководитель – З. Е. Грушецкая, канд. биол. наук, доцент

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ БАГУЛЬНИКА (*RHODODENDRON TOMENTOSUM* НАРМАЈА) ВО ФЛОРЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Актуальность. Одним из эффективных механизмов мониторинга биологического разнообразия является оценка внутривидового генетического разнообразия, которая должна являться приоритетной информацией для принятия решений как в области охраны окружающей среды, так и при планировании работ по рациональному использованию имеющихся генетических ресурсов нашей страны [1] *R. tomentosum* является довольно изменчивым с морфологической точки зрения, в пределах данного вида известно несколько хеморас, различающихся по содержанию различных компонентов эфирных масел [2], которых на территории Беларуси выявлено три. Для того чтобы однозначно ответить на вопрос о дифференциации *R. tomentosum* на территории республики, необходимо изучение морфологической и молекулярно-генетической изменчивости данного вида. Все это обуславливает необходимость проведения современной ревизии данной группы видов в Республике Беларусь.

Цель – выявление морфологического и генетического полиморфизма представителей багульника, что позволит усовершенствовать механизмы охраны и рационального использования изучаемых групп растений.

Материалы и методы. Для оценки молекулярно-генетического полиморфизма популяций *Rhododendron tomentosum* Нармаја создана кол-

лекция 34 индивидуальных генотипов из 18 различных географических точек на территории Республики Беларусь. Оценка генетической изменчивости образцов проводилась на основании сравнительного анализа полиморфизма по семи ISSR-последовательностям (ISSR-04, ISSR-09, ISSR-10, ISSR-17, ISSR-22-25). Оценка генетических дистанций между образцами на основании данных о расщеплении по маркерам, полученным в результате ISSR-анализа, проводилась по методу Нея и Ли. Расчет дистанций, вычисление значений бутстрепа и построение дендрограммы, отражающей филогенетические связи между образцами, проводились методом «ближайших соседей» (neighbour-joining), при помощи программы TREECON for Windows v.1.3b [3].

Результаты исследований. Для изучения вопроса о дифференциации *Rhododendron tomentosum* на территории Республики Беларусь была проведена оценка сравнительной молекулярно-генетической неоднородности популяций из различных географических местообитаний с помощью ISSR-маркеров. Анализ 34 генотипов, принадлежащих 17 различным популяциям *Rhododendron tomentosum* на полиморфизм по восьми различным типам микросателлитных последовательностей, позволил установить, что наиболее часто встречающийся и высокополиморфный повтор для этого вида – динуклеотидный AC.

Кластерный анализ ISSR-полиморфизма образцов позволил выявить три относительно обособленных кластера, которые согласуются с географической локализацией исследуемых образцов (рисунок).

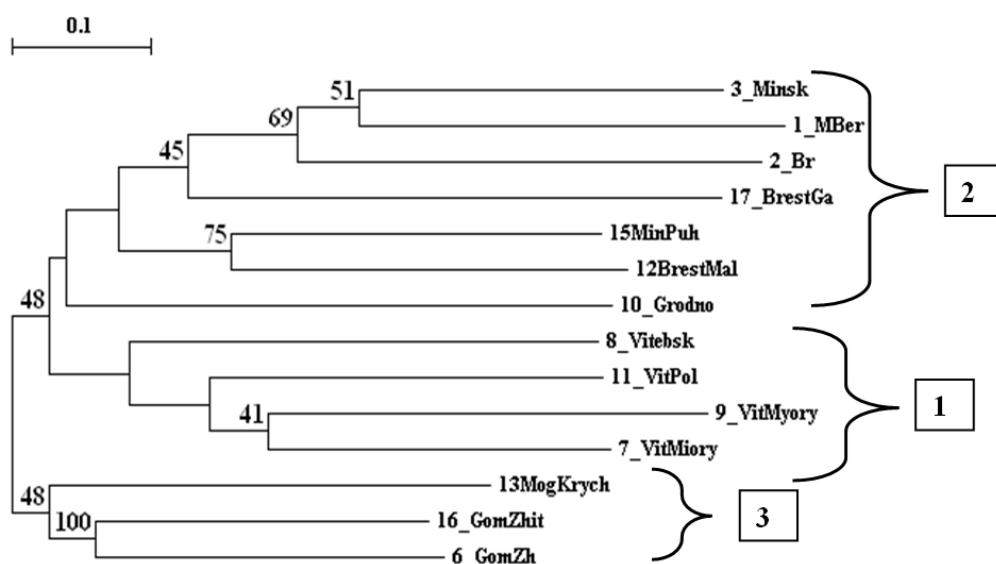


Рисунок – Кластерный анализ ISSR-полиморфизма генотипов *R. tomentosum*. Длина ветвей соответствует генетическим дистанциям по Nei, вероятность топологии подтверждена значениями bootstrap в узлах кластеров

Как видно из рисунка, в распространении выделенных клад имеется определенная закономерность. Первый кластер – растения, собранные на севере Республики Беларусь (территория Витебской области). Вторым кластером представлены растения, произрастающими в западных, юго-западных и центральных регионах Беларуси (преимущественно Гродненская, Брестская и Минская области). Третий кластер – растения, произрастающие на юго-востоке Республики Беларусь (Гомельская и восток Могилевской областей).

Заключение. Впервые проведен сравнительный анализ генетического полиморфизма белорусских популяций багульника по ISSR-маркерам, который выявил высокий внутри- и межпопуляционный полиморфизм *R. tomentosum*, которая согласуется как с морфологической дифференциацией на группы, так и с географической локализацией этих групп.

Полученные данные являются базовой основой для установления закономерностей морфологической и географической дифференциации багульника на территории Республики Беларусь, его филогеографической структуры.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сулимова, Г. Е. ДНК-маркеры в генетических исследованиях: типы маркеров, их свойства и области применения / Г. Е. Сулимова // Успехи соврем. биологии. – 2004. – Т. 124, № 3. – С. 260–271.
2. Созинов, О. В. Ценопуляции *Ledum palustre* L. и их сырьевая характеристика в условиях Средненеманской низины (Республика Беларусь) / О. В. Созинов, Н. А. Кузьмичева // Растительные ресурсы. – 2003. – Т. 39, вып. 3. – С. 55–62.
3. Van de Peer, Y. TREECON for Windows: a software package for the construction and drawing of evolutionary trees for the Microsoft Windows environment / Y. Van de Peer, R. De Wachter // Comput. Applic. Biosci. – 1994. – Vol. 10. – P. 569–570.

К содержанию

О. О. СНОПОК

Минск, БГУ

Научный руководитель – А. К. Храмцов, канд. биол. наук, доцент

ФИТОПАТОГЕННЫЕ МИКРОМИЦЕТЫ Г. ВЕРХНЕДВИНСКА И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ

Актуальность. В Республике Беларусь имеется 203 городских населенных пункта [1], растения на территории которых являются субстратом для развития микроскопических грибов и грибоподобных организмов. Изучение таксономического разнообразия, встречаемости патогенов, поражаемости ими питающих растений является первостепенным при фитосанитарной оценке зеленых насаждений урбоэкосистем разных агроклиматических зон Беларуси. Подобные исследования особенно актуальны в настоящее время, когда в силу изменения климатических характеристик на территорию республики проникают чужеродные для нее фитопатогенные микромицеты. В Республике Беларусь на многих урбанизированных территориях вышеуказанные аспекты изучения фитопатогенных микромицетов затрагивались лишь эпизодически.

Цель – комплексное исследование (таксономическое разнообразие, встречаемость, круг питающих растений и интенсивность их поражения) микроскопических грибов и грибоподобных организмов, поражающих растения на территории г. Верхнедвинска и его окрестностей, где подобные работы ранее практически не проводились.

Материалы и методы. Материалом явились фитопатогенные микромицеты, а также питающие их растения. Сбор материала проведен нами в 2020–2021 гг. на территории г. Верхнедвинска Витебской области и в его окрестностях. Территория, охваченная нашими исследованиями, находится в пределах геоботанической подзоны дубово-темнохвойных лесов, Западно-Двинского геоботанического округа, Полоцкого геоботанического района [2, с. 26] и Центральной агроклиматической области [3, с. 91].

Сбор микромицетов и их растений-хозяев осуществлен с использованием маршрутного метода микологических и фитопатологических исследований [4, с. 110]. Определены встречаемость патогенов и степень поражения ими растений [4, с. 112–113]. Идентификация растений и фитопатогенных микромицетов проведена на кафедре ботаники БГУ с использованием бинокулярного микроскопа Zeiss Stemi 2000, микроскопа AxioLab, а также соответствующих определителей и монографий.

Материал хранится в гербарии Белорусского государственного университета (MSKU).

Результаты исследований. В результате обработки собранного микологического материала нами идентифицировано 64 вида фитопатогенных микромицетов. Выявленные патогены принадлежали к 29 родам, 13 семействам, 8 порядкам, 7 классам, 4 отделам (*Oomycota*, *Ascomycota*, *Basidiomycota*, *Deuteromycota*), 2 царствам (*Stramenopila* и *Fungi*). Среди обнаруженных патогенов доминировали микроскопические грибы из отдела *Deuteromycota* – 33 вида (51,6 %). Распределение фитопатогенных микромицетов по другим таксонам показало, что в наших сборах преобладали представители класса *Coelomycetes* – 25 видов (39,1 %), порядка *Sphaeropsidales* и семейства *Sphaeropsidaceae* – 17 видов (26,6 %), рода *Phyllosticta* – 10 видов (15,6 %).

Встречаемость выявленных фитопатогенов колебалась от 1 балла (единично) до 5 баллов (всюду часто). Всюду часто встречались следующие виды: *Phytophthora infestans* на *Solanum tuberosum*, *Peronospora destructor* на *Allium cepa*, *Erysiphe syringae-japonicae* на *Syringa vulgaris*, *Golovinomyces magnicellulatus* var. *magnicellulatus* на *Phlox paniculata*, *Rhytisma acerinum* на *Acer platanoides*, *Clasterosporium carpophilum* на *Cerasus vulgaris*, *Gloeosporium ribis* на *Ribes rubrum* и *Grossularia reclinata*, *Sphaceloma rosarum* на *Rosa* sp., *Phyllosticta ruborum* на *Rubus idaeus*.

Интенсивность поражения растений фитопатогенными микромицетами зарегистрирована от 1 балла (депрессия болезни) до 4 баллов (эпифитотия). Наибольшая степень поражения растений (4 балла) была вызвана такими видами, как *Erysiphe alphitoides* var. *alphitoides* на *Quercus robur*, *E. palczewskii* на *Caragana arborescens*, *E. syringae-japonicae* на *Syringa vulgaris*, *Golovinomyces magnicellulatus* var. *magnicellulatus* на *Phlox paniculata*.

Выявленные фитопатогены-микромицеты были причиной 16 микозов растений. Среди них в сборах преобладала мучнистая роса, которую вызывали микромицеты 13 видов (20,3 %). Указанная болезнь является одной из самых широко распространенных и на других урбанизированных территориях Беларуси.

Фитопатогенные микромицеты паразитировали на культурных и дикорастущих однодольных и двудольных покрытосеменных растениях 57 видов, 44 родов и 23 семейств. В сборах доминировали пораженные фитопатогенами представители одного из ведущих семейств флоры Республики Беларусь *Rosaceae* – 17 видов (29,8 %). Среди пораженных растений, отмеченных нами, отсутствовали голосеменные и споровые растения, что можно учесть при рекомендациях перечня растений для озеленения г. Верхнедвинска. Хозяева фитопатогенов отнесены к 14 видам деревьев (24,6 %), 23 видам кустарников (40,4 %), одному виду деревянистых лиан (1,8 %) и 19 видам травянистых растений (33,2 %).

На территории г. Верхнедвинска и в его окрестностях зарегистрированы 15 видов фитопатогенных микромицетов, являющихся чужеродными для Республики Беларусь: *Phytophthora infestans*, *Pseudoperonospora cubensis*, *Plasmopara viticola*, *Erysiphe palczewskii*, *E. syringae-japonicae*, *E. vanbruntiana* var. *sambuci-racemosae*, *Podosphaera amelanchieris*, *Golovinomyces ambrosiae*, *Gymnosporangium sabinae*, *Alternaria solani*, *Sphaceloma symphoricarpi*, *Ascochyta philadelphi*, *Phyllosticta paviae*, *Septoria convolvuli*, *S. melanosa*.

Заключение. Результаты нашей работы позволяют утверждать, что в г. Верхнедвинске и его окрестностях фитопатогенные микроскопические грибы и грибоподобные организмы довольно разнообразны по видовому составу и консортивно связаны с широким кругом питающих растений, которые ослаблены в условиях города. Некоторые фитопатогены часто встречаются в данной урбоэкосистеме, а многие из них способны сильно угнетать растения-хозяева.

Полученные нами данные могут быть полезными при инвентаризации микобиоты Республики Беларусь, прогнозировании распространения вредоносных патогенов на другие территории со схожими условиями и расширения круга питающих растений. Результаты исследований следует учитывать при разработке мероприятий по защите от микозов растений, культивируемых в г. Верхнедвинске и на сопредельных территориях. Видовой состав растений, поражаемых микромицетами, а также устойчивых к болезням, необходимо учитывать зеленхозу при подборе ассортимента видов для озеленения г. Верхнедвинска.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Официальный сайт Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.belarus.by>. – Дата доступа: 10.02.2022.
2. Растительный покров Белоруссии (с картой м. 1:1000000). – Минск : Наука и техника, 1969. – 176 с.
3. Оценка агроклиматических ресурсов территории Беларуси за период с 1989 по 2015 г. / В. И. Мельник [и др.] // Природ. ресурсы. – 2018. – № 2. – С. 88–101.
4. Альгология и микология: летняя учебная практика : учеб. пособие / А. С. Шуканов [и др.]. – Минск : БГУ, 2006. – 199 с.

К содержанию

В. М. СОБКО

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. В. Шкуратова, канд. биол. наук, доцент

**ЭКОЛОГО-ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА
БРИОФИТОВ ОТДЕЛА «АГРОБИОЛОГИЯ»**

Актуальность. Жизненные стратегии бриофитов зависят от специфики их организации и определяют особенности адаптации данных растений к условиям внешней среды. Стратегия уклонения от конкуренции с другими высшими растениями при освоении экологических ниш в наземной приводит к тому, что те или иные представители мохообразных осваивают такие местообитания, где конкуренция с сосудистыми растениями, по существу, отсутствует [1].

В урбанизированных условиях зеленые зоны сочетают в себе природные и антропогенные субстраты, где возможно существование бриофитов.

Целью данного исследования явилось установление таксономического состава и оценка экологических характеристик бриофитов на территории отдела «Агробиология» Центра экологии БрГУ имени А. С. Пушкина.

Материалы и методы. Отдел «Агробиология» расположен на территории бывшего девятого форта Брестской крепости. Ядро ботанической коллекции – дендрарий, который был заложен в 70-х гг. XX в. При его создании в композиции использована регулярная лучевая планировка.

Флористический состав отдела «Агробиология» насчитывает 788 видов, из которых 443 адвентивных и 345 аборигенных видов, из которых 18 относятся к охраняемым видам. Преобладающей жизненной формой являются травянистые растения (533 вида), древесные растения представлены 255 видами. В питомнике произрастает 25 видов деревьев в количестве 696 шт. и 37 видов кустарников в количестве 2380 шт., 30 видов и декоративных форм травянистых многолетних растений, которые готовы к реализации [2].

Сбор мохообразных проводили в 2021–2022 гг. Для видовой диагностики осуществляли морфологический и анатомический анализ вегетативных органов гаметофитов, анализ морфологии спорогонов. При таксономической оценке руководствовались изданием «Флора Беларуси. Мохообразные. Т. 1» [3].

Результаты исследований. На исследуемой территории были выявлены 11 видов бриофитов из восьми семейств, относящихся к двум классам (*Marchantiopsida*, *Bryopsida*). Как и во флоре Республики Беларусь,

наибольшим разнообразием в отделе «Агробиология» представлены зеленые мхи (10 видов) (таблица).

Класс *Marchantiopsida* представлен одним космополитным видом *Marchantia polymorpha*, вегетативное тело которого представлено слоевищем. Вид произрастает на почве в посадках кустов голубики, на плодородной почве, где созданы условия для постоянного полива почвы, является типичным эпигеидом, эвтрофом. Среди представителей класса *Bryopsida* выявлены представители из семи семейств, в том числе по два вида из семейств *Bryaceae*, *Hypnaceae*, *Grimmiaceae*, по одному виду из семейств *Hylocomiaceae*, *Pottiaceae*, *Mniaceae*, *Brachytheciaceae*. Все выявленные виды являются широко распространенными бриофитами на территории Республики Беларусь.

Таблица – Характеристика бриофитов отдела «Агробиология»

№	Вид	Семейство	Занимаемый субстрат
Класс <i>Marchantiopsida</i>			
1	<i>Marchantia polymorpha</i> L.	<i>Marchantiaceae</i>	Почва
Класс <i>Bryopsida</i>			
2	<i>Rhodobryum roseum</i> (Hedw.) Limpr.	<i>Bryaceae</i>	Почва, кора деревьев
3	<i>Bryum argenteum</i> Hedw.		Камень, почва
4	<i>Pleurozium schreberi</i> (Brid.) Mitt.	<i>Hylocomiaceae</i>	Почва
5	<i>Tortula ruralis</i> Hedw.	<i>Pottiaceae</i>	Почва
6	<i>Ptilium crista-castrensis</i> (Hedw.) De Not.	<i>Hypnaceae</i>	Почва
7	<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.		Кора деревьев
8	<i>Racomitrium canescens</i> (Hedw.) Brid.		Почва
9	<i>Grimmia pulvinata</i> (Hedw.) Sm.	<i>Grimmiaceae</i>	Камни (валуны)
10	<i>Plagiomnium affine</i> (Bland.) T.Кор.	<i>Mniaceae</i>	Почва
11	<i>Brachythecium oedipodium</i> (Mitt.) Jaeg.	<i>Brachytheciaceae</i>	Почва

Выявленные в отделе «Агробиология» бриофиты приурочены к трем типам субстратов – почва, кора деревьев и камни. Из числа листостебельных мхов эпигеидами являются *Rhodobryum roseum*, *Bryum argenteum*, *Pleurozium schreberi*, *Tortula ruralis*, *Ptilium crista-castrensis*, *Racomitrium canescens*, *Plagiomnium affine*, *Brachythecium oenopodium*. Из них на более увлажненных более или менее мезотрофных почвах в умеренно тенистых местах произрастают *Rhodobryum roseum*, *Pleurozium schreberi*, *Ptilium crista-castrensis*, *Plagiomnium affine*, *Brachythecium oenopodium*. Виды *Bryum argenteum*, *Tortula ruralis*, *Racomitrium canescens* менее требовательны к плодородию почв, поселяются на олиготрофных почвах вдоль тропинок дендрария на более открытых местообитаниях.

Вид *Hypnum cupressiforme* является облигатным эпифитом, поскольку обнаруживается на коре лоха узколистного, каштана конского, березы бородавчатой в комлевой части. Вид *Rhodobryum roseum* является факультативным эпифитом.

На территории Беларуси каменистые субстраты, такие как скалы, отсутствуют, однако имеются валуны, принесенные ледником, а также бетонные и цементно-каменные сооружения, имитирующие природные горные породы, где могут поселяться мохообразные [4]. На территории отдела «Агробиология» на каменистых субстратах выявлены два вида *Bryum argenteum* и *Grimmia pulvinata*. *Bryum argenteum* является факультативным эпифитом, т. к., помимо каменистых субстратов, обычен на почве. Типичным облигатным эпифитом на исследованной территории выступает *Grimmia pulvinata*. Указанный вид является плюризональным космополитом, распространенным по всему земному шару. В Республике Беларусь распространен по всей территории, особенно в валунной полосе [3].

Группа эпиксиллов не обнаружена. Большинство выявленных видов не образуют сплошного ковра (сплетения) на занимаемом субстрате и в основном представлены отдельными дерновинками, устойчивыми к неблагоприятным условиям обитания, т. е. являются по своей жизненной стратегии бриопатентами. Виды *Bryum argenteum*, *Tortula ruralis*, *Grimmia pulvinata* – пионерные мхи, осуществляющие первичное заселение субстратов, – выступают в роли бриоэксплерентов.

Заключение. Таким образом, на территории отдела «Агробиология» Центра экологии БрГУ имени А. С. Пушкина выявлены 11 видов бриофитов, среди которых преобладают листостебельные зеленые мхи. Состав бриофитов характеризуется преобладанием преимущественно мезофитных и ксеромезофитных олиготрофных видов, занимающих напочвенные местообитания и имеющих жизненную стратегию бриопатентов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рыковский, Г. Ф. Жизненные стратегии бриевых мхов во флоре Беларуси / Г. Ф. Рыковский // Ботаника (исследования) : сб. науч. тр. – Минск, 2008. – Вып. 36. – С. 14–26.
2. Агробиология [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.brsu.by/ecology/agrobiologiya>. – Дата доступа: 06.03.2022.
3. Флора Беларуси. Мохообразные : в 2 т. / под ред. В. И. Парфенова. – Минск : Тэхналогія, 2004. – Т. 1. – 437 с.
4. Сакович, А. А. Эколого-таксономическая и созологическая характеристика мохообразных фортификаций гродненской крепости / А. А. Сакович, Г. Ф. Рыковский // Сборник научных работ студентов Республики Беларусь «НИРС-2011». – Минск, 2012. – С. 57–61.

К содержанию

А. С. СТАСЮК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – С. М. Ленивко, канд. биол. наук, доцент

СРАВНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ РОСТА И ПРОДУКТИВНОСТИ ДВУХ СОРТОВ СВЕКЛЫ СТОЛОВОЙ В ВЕГЕТАЦИОННЫЙ ПЕРИОД 2021 Г.

Актуальность. Столовые корнеплоды входят в число важных продуктов питания человека. Среди существующего разнообразия корнеплодных растений особое место занимает свекла столовая (*Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris* var. *conditiva* Alef.), повышение культуры выращивания которой является актуальным. В настоящее время переход к органическому земледелию в Республике Беларусь осуществлен в некоторых крестьянских (фермерских) хозяйствах, личных подсобных хозяйствах граждан, сельскохозяйственных организациях Брестской, Витебской, Гродненской, Минской и Могилевской областей. В связи с этим результаты проводимых нами исследований по оценке параметров роста и продуктивности двух сортов свеклы столовой, включенных в Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород Республики Беларусь (сорт Цилиндра с 2007 г., сорт Цыганочка с 2015 г.), в одинаковых почвенно-климатических условиях выращивания на приусадебном участке без применения синтетических препаратов могут быть востребованы.

Цель – сравнить параметры роста и продуктивности двух сортов свеклы столовой на приусадебном участке в вегетационный период 2021 г.

Материалы и методы. Объект исследования – свекла столовая среднеспелых сортов Цилиндра и Цыганочка. Сорт Цилиндра (оригинаторы ООО «Агрофирма Маринда», г. Москва и ООО «Интерсемена», Ставропольский край) рекомендован для садово-огородных условий выращивания. Сорт Цыганочка (оригинатор ООО «Агрофирма АЭЛИТА», г. Москва) рекомендован для товарно-производственных условий выращивания. Закладка полевого эксперимента проводилась 10.04.2021 на приусадебном участке в г. Бресте по ул. Колхозной в микрорайоне Волынка. Площадь экспериментальных делянок составила 2,84 м². Было высеяно по 360 шт. семян каждого сорта. Уборка свеклы производилась 19.09.2021.

Результаты исследований. Во время проведения эксперимента проводили фенологические наблюдения, фиксировали температуру воздуха, отмечали количество дней с дождями либо искусственным поливом, измеряли площадь листовой пластинки, а также вес корнеплодов.

Полученные данные по полноте всходов растений свеклы столовой двух сортов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Полнота всходов свеклы столовой сортов Цилиндра и Цыганочка в первый межфазовый период вегетации 2021 г.

Дата	Сутки	Всхожесть			
		сорт Цилиндра		сорт Цыганочка	
		число	%	число	%
23.04.2021	14	158	43,8	132	36,6
24.04.2021	15	163	45,2	140	38,8
25.04.2021	16	170	47,2	146	40,6
26.04.2021	17	176	48,8	150	41,7
27.04.2021	18	181	50,2	156	43,3
28.04.2021	19	187	51,9	162	45,0
29.04.2021	20	195	54,2	169	46,9
30.04.2021	21	200	55,6	174	48,3
01.05.2021	22	205	56,9	179	49,7
02.05.2021	23	206	57,2	185	51,4
03.05.2021	24	206	57,2	189	52,5
04.05.2021	25	208	57,8	192	53,3
05.05.2021	26	210	58,3	195	54,2
06.05.2021	27	210	58,3	196	54,4
07.05.2021	27	211	58,6	196	54,4
08.05.2021	29	211	58,6	196	54,4
09.05.2021	30	212	58,9	197	54,7
10.05.2021	31	212	58,9	197	54,7
11.05.2021	32	212	58,9	197	54,7
12.05.2021	33	212	58,9	199	55,3
13.05.2021	34	214	59,4	199	55,3
14.05.2021	35	216	60,0	199	55,3
15.05.2021	36	216	60,0	199	55,3
16.05.2021	37	216	60,0	199	55,3
17.05.2021	38	216	60,0	199	55,3
18.05.2021	39	216	60,0	199	55,3

Анализ полученных данных показал, что достаточное количество влаги в почве за счет проходивших осадков, а также средняя дневная температура воздуха во вторую и третью декаду апреля 2021 г., находившаяся в пределах 11,6 °С, обеспечили равномерное появление на поверхности почвы проростков – стебелька с двумя линейными семядольными листьями (так называемая фаза вилочки) – у двух сортов свеклы на 14-е сутки: у сорта Цилиндра с частотой 43,8 %, у сорта Цыганочка – 36,6 %.

Формирование розетки из настоящих листьев у двух сортов свеклы столовой происходило быстро: третий лист начал появляться на 19-е сутки,

на 29-е сутки практически все растения имели по четыре листа, на 35-е сутки у всех растений было пять листьев, а на 41-е сутки начали развитие шестой и седьмой листья. Этому способствовали теплые (средняя дневная температура была на уровне 17,7 °С), умеренно влажные (зафиксировано 17 дней с осадками) погодные условия.

Полевая всхожесть на 35-е сутки у сорта Цилиндра составила 60,0 %, а у сорта Цыганочка – 55,3 %. В течение четырех последующих суток данные значения не изменились.

Площадь листовой пластинки на 41-е сутки у сорта Цилиндра составила $21,35 \pm 0,32$ см², а у сорта Цыганочка – $20,89 \pm 0,41$ см², при этом площадь питания растений сорта Цилиндра была 130 см², а у сорта Цыганочка – 140 см². После первого прореживания растений на 57-е сутки площадь питания растений сорта Цилиндра составила 203 см², а у сорта Цыганочка – 225 см², при этом площадь листовой пластинки у сорта Цилиндра была $34,09 \pm 3,34$ см², а у сорта Цыганочка – $29,74 \pm 2,78$ см².

На 67-е сутки эксперимента нами отмечен более интенсивный рост листьев у сорта Цыганочка, чем у сорта Цилиндра, – $55,92 \pm 4,23$ см² и $50,85 \pm 5,30$ см² соответственно. В связи с этим после второго прореживания была сформирована большая площадь питания для растений сорта Цыганочка – 312 см², а для растений сорта Цилиндра она составила 270 см². На 92-е сутки эксперимента площадь листовой пластинки у сорта Цилиндра составила $60,51 \pm 3,65$ см², а у сорта Цыганочка – $77,55 \pm 4,24$ см².

После уборки урожая было произведено взвешивание по 50 корнеплодов одного и другого сорта и проведен анализ данных (таблица 2).

Таблица 2 – Масса корнеплодов двух сортов свеклы столовой

Показатель	Сорт Цилиндра	Сорт Цыганочка
Минимальный вес, г	33	30
Максимальный вес, г	127	105
Среднее значение ± ошибка	$67,6 \pm 3,4$	$56,4 \pm 2,9$
Коэффициент вариации, %	36,3	37,4
t-критерий Стьюдента	2,51	

Средняя масса корнеплодов сорта Цилиндра оказалась больше на 11,2 г, при этом коэффициент вариации свидетельствует о неоднородности корнеплодов.

Заключение. В условиях вегетационного периода 2021 г. лучше показал себя сорт Цилиндра. Полнота всходов растений составила 60,0 %. При меньшей площади питания 270 см² были сформированы большие по массе корнеплоды ($67,6 \pm 3,4$ г). Однако следует отметить, что различия между сравниваемыми величинами являются статистически незначимыми.

К содержанию

А. В. СТАСЮКЕВИЧ

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

Научный руководитель – Е. И. Гляковская, канд. биол. наук

К ИЗУЧЕНИЮ ФАУНЫ И ЭКОЛОГИИ ШМЕЛЕЙ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ Г. ГРОДНО

Актуальность. Шмели (Hymenoptera: Apidae: *Bombus* Latreille, 1802) являются одним из важнейших элементов любого биоценоза, включающего энтомофильные растения. Распространение и численность этих насекомых зависит от климатических условий, рельефа, почв и типа растительности [1, с. 1]. Шмели – наиболее эффективные опылители, в том числе редких и охраняемых видов растений, способны быстро адаптироваться к самым разнообразным экосистемам, включая урбанизированные территории, если в них присутствуют энтомофильные растения. Несмотря на то что в последние годы заметно расширились исследования по фауне и экологии шмелей различных территорий нашей страны [1; 2], некоторые районы, в том числе урбанизированные территории, остаются малоизученными. Актуальность изучения видового состава и экологических особенностей шмелей диктуется возможностью использования этих насекомых для оценки состояния антропогенных экосистем.

Цель – определение видового состава и экологических особенностей шмелей, обитающих на урбанизированных территориях г. Гродно.

Материалы и методы. Сбор шмелей проводился с июня по август 2021 г. Численность и видовое богатство шмелей в этот период максимальны, их отлов в данное время наносит минимальный ущерб популяциям. Для исследования выбрали три учетные площадки в черте г. Гродно: ПП1 – территория между домами по ул. Кремко, 8 с преобладанием *Echium vulgare* L., 1753, *Tripholium pretense* L., 1753; ПП2 – поляна, прилегающая к урочищу Форт; ПП3 – территория между домами по ул. Кремко, 6 с преобладанием *Vicia cracca* L., 1753, *Tripholium pretense* L., 1753, *Hieracium umbellatum* L., 1753.

Отлов шмелей осуществляли с помощью морилки, наполненной фильтровальной бумагой. Во время сбора корма шмели подолгу находятся на цветущих растениях и, как правило, не реагируют на человека. Такой метод ловли позволяет получить случайную выборку, которая дает достоверные данные [2, с. 172]. При необходимости вместе со шмелем собирали фрагменты их кормовых растений. Дальнейшее определение видов шмелей проводили в лабораторных условиях с использованием определителей [3] и онлайн-порталов [4].

Результаты исследований. За полевой сезон 2021 г. собрано шесть видов шмелей: *Bombus hortorum* Linnaeus, 1761, *Bombus hypnorum* Linnaeus, 1758, *Bombus lucorum* Linnaeus, 1775, *Bombus pratorum* Linnaeus, 1761, *Bombus ruderarius* Müller, 1776, *Bombus terrestris* Linnaeus, 1758. Объем выборки составил 57 экземпляров. Отмеченные шмели встречаются повсеместно на территории Республики Беларусь, ранее указывались для различных природных экосистем [4].

Анализ относительного обилия (отношение всех особей данного вида к сумме всех собранных особей) показал преобладание двух видов, доля которых составляет для *B. lucorum* (малый земляной шмель) 35 % и для *B. terrestris* (большой земляной шмель) 33 % от всего сбора (рисунок).

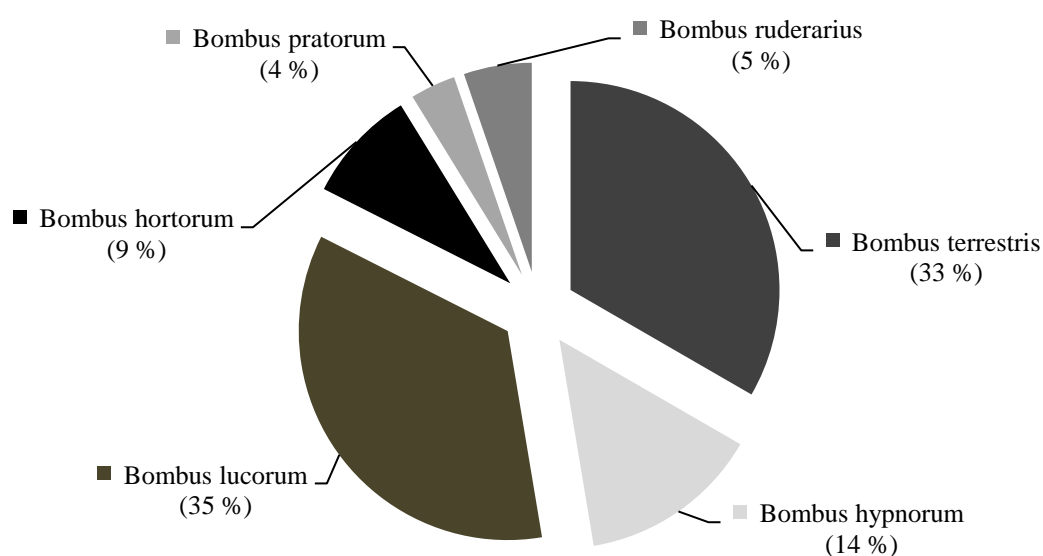


Рисунок – Относительное обилие шмелей в сборе

Доля *B. hortorum* в сборе составила 9 % , в то время как у *B. Hypnorum* – 14 %. Наименьшим числом особей представлены *B. pratorum*, *B. ruderarius*, доля которых в сборе составила 4 % и 5 % соответственно.

Виды шмелей распределены по пробным площадкам примерно одинаково: ПП1 – 5 видов (здесь собрано наибольшее число, 24 экземпляра шмелей), ПП2 – 4 вида, ПП3 – 5 видов (только здесь отмечен *B. ruderarius*).

Исходя из анализа биотопической приуроченности, установлено следующее: *B. hortorum* встречается на полях, в садах, агроценозах клевера. Гнездится под землей. Отловлено 5 экземпляров. *B. hypnorum* тяготеет к паркам населенных пунктов, агроценозам клевера, плодовым садам. Гнездование наземное. Всего собрано 8 экземпляров. *B. lucorum* добывает

нектар из цветков с длинным трубчатым венчиком. На слабых медоносах не задерживается, залетая случайно, видимо для проверки. Всего отмечено 20 экземпляров, 10 из которых собрано в ППЗ, а 6 – в ПП2 на черемухе (*Prunus padus* L.). *B. pratorum* предпочитает луговую растительность. Гнездование наземное. Собрано 2 экземпляра. *B. ruderarius* встречается на луговой растительности, среди кустарников, в плодовых садах. Гнезда устраивает на поверхности почвы. Отмечено 3 экземпляра. *B. terrestris* приурочен к луговой растительности. Выявлено 19 экземпляров, 11 из которых обнаружено в ПП1. Вероятно, это связано с типом растительности (преобладание синяка обыкновенного (*Echium vulgare* L.) и клевера лугового (*Trifolium pratense* L.)).

Заключение. По итогам выполненных исследований констатировано обитание 6 видов шмелей (Hymenoptera: Apidae: *Bombus* Latreille, 1802) на урбанизированных территориях г. Гродно. Отловленные виды регистрируются в Республике Беларусь повсеместно. Доля *Bombus lucorum* Linnaeus, 1775 в сборе составила 35 %, а для *Bombus terrestris* Linnaeus, 1758 – 33 %, в то время как для остальных видов шмелей относительное обилие варьировало от 4 % до 9 %. Антропогенная трансформация ландшафтов ведет к обеднению видового состава и уменьшению численности практически значимых видов пчелиных (на примере рода *Bombus* Latreille, 1802).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Прищепчик, О. В. Фауна и экология пчелиных (Hymenoptera, Apoidea) Минской возвышенности : автореф. дис ... канд. биол. наук : 03.05.2000 / О. В. Прищепчик. – Прилуки, 2000. – 22 с.
2. Рыжая, А. В. Шмели (Hymenoptera: Apidae: *Bombus* Latreille) Неманско-Предполесского округа Беларуси / А. В. Рыжая, М. О. Соловьева // Евроазиатский симпозиум по перепончатокрылым насекомым (III симпозиум стран СНГ) : тез. докл., Нижний Новгород, 6–12 сент. 2015 г. – Н. Новгород : Изд-во Нижегород. ун-та, 2015. – С. 172–173.
3. Плавильщиков, Н. Н. Определитель насекомых / Н. Н. Плавильщиков. – Москва, 1994. – 544 с.
4. Пчелы Беларуси [Электронный ресурс] // Семейство Apidae. – Режим доступа: <https://apoidea-g2n.jimdofree.com>. – Дата доступа: 27.02.2022.

К содержанию

М. В. СЫМАН

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – В. И. Бойко, канд. биол. наук, доцент

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СТРУКТУРЫ ОДНОЛЕТНИХ СТЕБЛЕЙ ТИСА ЯГОДНОГО И КИПАРИСОВИКА ЛАВСОНА

Актуальность. Изучение растений и растительного мира должно носить комплексный характер. Выявление анатомических признаков имеет большое значение для целей диагностики и систематики.

Цель – сравнить структуру однолетних стеблей тиса ягодного и кипарисовика Лавсона.

Материалы и методы. Сбор материала проводился в саду непрерывного цветения Центра экологии БрГУ имени А. С. Пушкина. Объекты исследования собирали в октябре 2021 г., когда камбий находится в неактивном состоянии. Их фиксировали в 96 %-м спирте и выдерживали в смеси спирта и глицерина (1:1). Далее готовили микрообразцы, которые использовали для получения срезов. Материал помещали в сафранин, а затем в нильский синий. После окраски срезы проводили через растворы спиртов разных концентраций (50, 75 и 96 %). На следующем этапе они обрабатывались карбол-ксилолом и ксилолом, после чего помещались в канадский бальзам. Измерения осуществлялись с помощью винтового окуляр-микрометра МОВ-1-15 [1].

Результаты исследований. Топография тканей поперечника однолетнего стебля тиса ягодного следующая: снаружи располагается однослойная эпидерма, под которой находится колленхима, окружающая первичную кору. Центральнее от последней располагается вторичная форма, охватывающая вторичную ксилему. Между проводящими тканями располагается один слой клеток камбия. Самое центральное место в стебле занимает сердцевина.

Эпидерма – однослойная ткань, у ее клеток наиболее утолщена наружная тангентальная стенка, покрытая слоем кутикулы, который достигает до 5 мкм. Тангентальный размер клеток равен 18–30 мкм, а радиальный – 15–20 мкм. Клетки ткани имеют квадратную и овальную форму.

Колленхима представлена 1–2 слоями овальных клеток. Радиальный размер последних составляет 15–25 мкм, а тангентальный – 15–30 мкм.

Первичная кора представлена двумя типами клеток: крупными идиобластами овальной формы, они тонкостенные, расположены по три

в ребрах (выростах стебля). Их тангентальный и радиальный размеры равны 40–60 мкм. В ткани есть мелкие овальные клетки, они граничат с флоэмой. Их тангентальный размер достигает 15–20 мкм, а радиальный – 20–35 мкм.

Вторичная форма состоит из проводящих и запасующих элементов. Проводящими элементами являются ситовидные клетки, которые в поперечнике имеют форму четырех-, пятиугольников. Радиальный размер достигает 7–10 мкм, а тангентальный – 12–14 мкм. Ситовидные клетки имеют высоту от 25–40 мкм, поперечные стенки их слегка наклонены. На поперечном срезе клетки располагаются правильными радиальными рядами, которые включают до 8 клеток. Между ситовидными клетками рядами располагаются сердцевинные лучи, ширина которых составляет до 10 мкм.

Клетки камбия представлены одним слоем веретеновидных клеток, которые в поперечнике имеют прямоугольную форму. Их тангентальный размер равен 5–10 мкм, а радиальный – 5–6 мкм.

Вторичная ксилема представлена трахеидами и сердцевинными лучами. Радиальный размер трахеид равен 5–7 мкм, а тангентальный – 16–18 мкм. В однолетнем стебле трахеиды могут иметь спиральные утолщения вторичных оболочек. Верхушки клеток заострены, а длина клеток составляет 100–140 мкм.

Трахеиды на поперечном срезе располагаются правильными радиальными рядами. В одном ряду насчитывается до 6 клеток.

Серцевинные лучи однорядные, их ширина 7–9 мкм. Ковнутри от вторичной ксилемы располагается пучками первичная ксилема, таким образом, стебель сформирован на основе прокамбиальных пучков.

Самое центральное положение имеет сердцевина. Ткань однородная, ее клетки тонкостенные, округлой и овальной формы. Диаметр последних достигает 30–40 мкм. По периферии ткани располагается перимедуллярная зона, диаметр клеток которой равен 9–13 мкм.

Таким образом, однолетний стебель тиса ягодного имеет типичное для голосеменных строение. Он сложен как тканями первичного (эпидерма, колленхима, коровая паренхима, первичные флоэма и ксилема, сердцевина), так и вторичного (камбий, вторичные флоэма и ксилема) происхождения [2].

Топография тканей кипарисовика Лавсона следующая: снаружи стебель покрыт эпидермой, под которой расположена гиподерма, граничащая с первичной корой. Центральнее располагается вторичная флоэма, отделенная камбием от вторичной ксилемы. В центре находится слабо развитая сердцевина.

Клетки эпидермы овальной формы. Их тангентальный размер достигает 20–25 мкм, радиальный – 18–20 мкм. Толщина слоя кутикулы состав-

ляет 4,5 мкм. Наружные тангентальные стенки выгнуты к периферии органа. Под эпидермой располагается один слой гиподермы, который представлен клетками с сильно утолщенными оболочками, форма которых прямоугольная, реже треугольная. Оболочки одревесневают. Радиальный размер клеток составляет 15–20 мкм, а тангентальный – 12–16 мкм. Толщина стенки составляет около 4 мкм.

Под гиподермой располагается первичная кора. Ширина ткани на поперечном срезе составляет 50–60 мкм. Ткань гетерогенная. Тонкостенные клетки вытянуты в тангентальном направлении и сложены по 2–3, иногда встречаются одиночные. Их тангентальный размер составляет 35–80 мкм, а радиальный 35–50 мкм. Толстостенные клетки окружены идиобластами, и их тангентальный размер равен 18–22 мкм, а радиальный около 20 мкм.

Пробка имеет ширину на поперечном срезе до 20 мкм. Тангентальный размер клеток – 18–22 мкм, радиальный – 19–24 мкм. Заполнены воздухом.

Центральнее располагается вторичная флоэма. Ширина ткани на поперечном разрезе составляет 70–90 мкм. В ткани имеются проводящие элементы и механические волокна. Проводящие элементы – ситовидные клетки прямоугольной формы, тангентальный размер которых достигает 15–17 мкм, а радиальный 4–5 мкм. Радиальный размер волокон такой же, как и ситовидных клеток, тангентальный – 7–8 мкм.

Ковнутри от вторичной флоэмы располагается камбий, который граничит с вторичной ксилемой. Тангентальный размер клеток камбия 6–10 мкм, а радиальный – 3–5 мкм. Вторичная ксилема представлена проводящими и запасными элементами. Проводящие структуры – трахеиды, которые выполняют как проводящую, так и механическую функцию. Их тангентальный размер составляет 15–20 мкм, радиальный – 10–14 мкм. Между рядами трахеид встречаются сердцевинные лучи, которые однорядны.

Заключение. Таким образом, однолетний стебель кипарисовика Лавсона имеет типичное для голосеменных строение. Он составлен как тканями первичного (эпидерма, первичная кора, сердцевина, первичные флоэма и ксилема), так и вторичного (перидерма, вторичные флоэма и ксилема) происхождения. Для однолетнего стебля также характерно отсутствие колленхимы и наличие гиподермы. В результате проведенных анатомических исследований мы пришли к выводу, что однолетние стебли тиса ягодного и кипарисовика Лавсона имеют схожую топографию тканей на поперечном срезе. В то же время изученные объекты имеют различия в строении – отсутствие гиподермы (характерно для тиса ягодного) и колленхимы (характерно для кипарисовика Лавсона). Древесина обоих видов характеризуется наличием слабовыраженной смолоносной системы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Прозина, Н. М. Ботаническая микротехника / Н. М. Прозина. – М. : Высш. шк., 1960. – 260 с.
2. Бойко, В. И. Внутренняя структура однолетнего стебля *Cupressus sempervirens* L. / В. И. Бойко, М. Сыман // Актуальные проблемы лесного комплекса : сб. науч. тр. – Брянск : БГИТУ, 2021. – Вып. 59. – С. 117–119.

К содержанию

УДК 632.8+661.248+661.98

В. М. ТАРАСЮК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. С. Ступень, канд. техн. наук, доцент

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ВЫБРОСОВ ДИОКСИДА АЗОТА И УГАРНОГО ГАЗА ПРЕДПРИЯТИЙ «БАРАНОВИЧСКАЯ ТЕПЛОЭЛЕКТРОЦЕНТРАЛЬ» И «БРЕСТСКАЯ ТЕПЛОЭЛЕКТРОЦЕНТРАЛЬ» ЗА ПЕРИОД 2019–2021 ГГ.

Актуальность. Состояние окружающей среды является одним из основных параметров, которые характеризуют качество жизни населения. В последнее время четко прослеживается связь между окружающей средой и экономикой, промышленным сектором. Ежегодно открываются новые производственные предприятия, которые выбрасывают в атмосферу большое число загрязняющих веществ. С каждым годом состояние окружающей среды ухудшается и влияет на здоровье человека. Загрязнение атмосферного воздуха является одним из основных факторов риска для здоровья, связанных с окружающей средой. Атмосферный воздух нуждается в постоянном мониторинге и контроле над состоянием и составом.

Оба рассматриваемых предприятия являются филиалами республиканского унитарного предприятия «Брестэнерго». Сегодня «Брестэнерго» – это сложный технологический комплекс, включающий электростанции, котельные, электрические и тепловые сети, связанные общностью режима и непрерывностью работы. Основная деятельность предприятия – производство тепловой и электрической энергии, транспорт и реализация тепловой энергии [1].

Цель – провести сравнительный анализ и сделать статистическую обработку данных о валовых выбросах диоксида азота и угарного газа за период 2019–2021 гг. Брестской теплоэлектростанции (далее – БрТЭЦ)

и Барановичской теплоэлектростанции (далее – БарТЭЦ), выявить общую динамику выбросов газов в атмосферу.

Материалы и методы. В качестве материала исследования использовались данные по выбросам газов, предоставленные предприятиями БрТЭЦ и БарТЭЦ за период 2019–2021 гг., а также литературные источники и нормативные документы, находящиеся в открытом доступе. В качестве методов исследования применяли статистическую обработку данных.

Результаты исследований. На основе изученного материала был выявлен ряд закономерностей годового и квартального распределения количества выбросов диоксида азота и угарного газа в атмосферу с обоих предприятий. Диоксид азота в основном играет роль окислительного агента, способного нарушить целостность клеточных мембран и белков. Повышенные концентрации диоксида азота способствуют развитию воспалительных заболеваний дыхательных путей (ларингиты, трахеиты, бронхиты и т. п.) [2].

Максимальные выбросы наблюдались на обоих предприятиях в первом и четвертом кварталах, что объясняется переходом на отопительный сезон и работой предприятия в промышленном секторе. При этом общее количество выбросов с БарТЭЦ превысило количество выбросов БрТЭЦ за 2019 г. в 2,27 раза (190,561 т и 83,937 т соответственно), за 2020 г. – в 2,81 раза (242,695 т и 86,353 т соответственно), за 2021 г. – в 2,77 раза (247,938 т и 89,620 т соответственно). Динамика поквартального распределения выбросов диоксида азота на обоих предприятиях ежегодно сохраняется. Общее количество выбросов увеличивается и при этом не превышает ПДК на обоих предприятиях (рисунок 1).

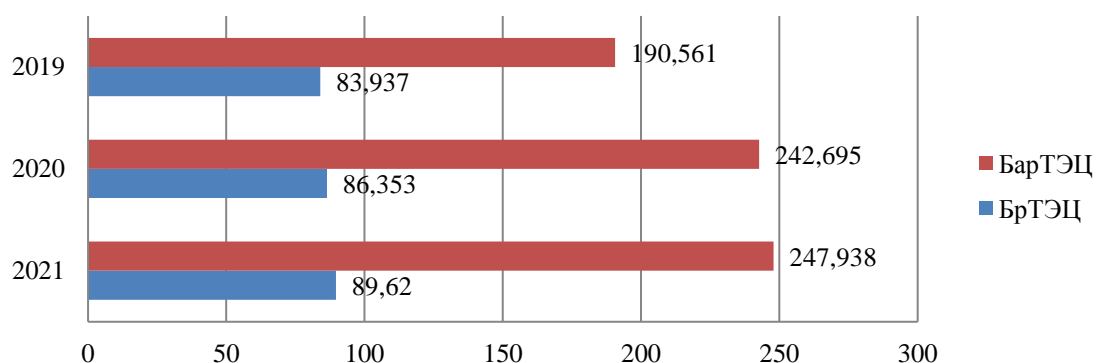


Рисунок 1 – Годовая динамика распределения выбросов диоксида азота на БарТЭЦ и БрТЭЦ

Угарный газ, вдыхаемый в больших количествах, поступает в кровь, уменьшает приток кислорода к тканям, повышает количество сахара в крови, ослабляет подачу кислорода к сердцу. У здоровых людей этот

эффект проявляется в уменьшении способности выносить физические нагрузки. У людей с хроническими болезнями сердца он может воздействовать на всю жизнедеятельность организма. В случаях нахождения вблизи автомагистрали с интенсивным движением транспорта у людей с больным сердцем могут наблюдаться различные симптомы ухудшения здоровья [2].

При проведении сравнения количества выбросов угарного газа были обнаружены следующие закономерности: общее количество выбросов с БарТЭЦ превысило количество выбросов БрТЭЦ за 2019 г. в 2,43 раза (26,867 т и 11,044 т соответственно), за 2020 г. – в 6,66 раза (27,210 т и 4,085 т соответственно), за 2021 г. – в 3,79 раза (27,849 т и 7,356 т соответственно). Максимальные выбросы на обоих предприятиях наблюдались в первом и четвертом кварталах (максимум БарТЭЦ – 14,93 т, БрТЭЦ – 4,947 т). Поквартальная динамика распределения выбросов на обоих предприятиях одинакова. Ежегодно наблюдается неравномерное увеличение количества выбросов угарного газа, при этом концентрация не превышает ПДК (рисунок 2).

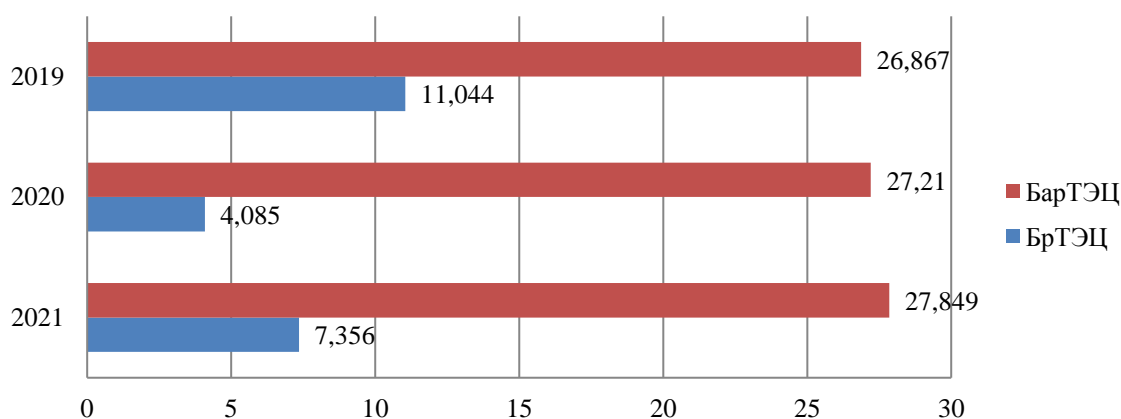


Рисунок 2 – Годовая динамика распределения выбросов угарного газа на БарТЭЦ и БрТЭЦ

Заключение. На основании проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Выбросы БарТЭЦ диоксида азота и угарного газа за период с 2019-го по 2021 г. превышают выбросы БрТЭЦ.

2. Выбросы БрТЭЦ и БарТЭЦ диоксида азота и угарного газа в период с 2019-го по 2021 г. не превышают ПДК.

3. Наблюдается постепенное увеличение количества выбросов диоксида азота и угарного газа на предприятиях БрТЭЦ и БарТЭЦ в период с 2019-го по 2021 г.

4. Общее количество выбросов газов в атмосферу БрТЭЦ и БарТЭЦ не представляет опасности для жизни и здоровья людей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Республиканское унитарное предприятие «Брестэнерго» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.brestenergo.by/>. – Дата доступа: 26.02.2022.

2. Филиал «Брестский областной центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://brest.belgidromet.by/air.php>. – Дата доступа: 26.02.2022.

К содержанию

УДК 575.116.12

В. Е. ФИЛИЧКИНА

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – И. Д. Лукьянчик, канд. с.-х. наук, доцент

ВЛИЯНИЕ ЛАУРИЛСУЛЬФАТА НАТРИЯ НА НЕКОТОРЫЕ ПАРАМЕТРЫ РАЗВИТИЯ ИНБРЕДНЫХ ЛИНИЙ *DROSOPHILA MELANOGASTER* L.

Актуальность. В оптимальных условиях организм реагирует на воздействие окружающей среды посредством сложной физиологической системы гомеостатических механизмов. Однако среда обитания живых существ все больше изобилует синтетическими составляющими, негативно влияющими на живые организмы. Лаурилсульфат натрия – Sodium lauryl sulfate, или SLS, – натриевая соль лаурилсерной кислоты, поверхностно-активное вещество, имеющее ярко выраженный очищающий, пенообразующий и жирорастворяющий эффект. Используется при производстве зубных паст, шампуней, жидкого мыла, бытовых и технических моющих средств [1].

В ходе ряда исследований было установлено, что лаурилсульфат натрия приводит к развитию различных аллергических реакций, уменьшению защитных свойств кожи, возникновению стоматита, снижению прозрачности хрусталика и т. п. [2]. Также имеются сведения о том, что он задерживается в тканях человека, приводя к отравлению и нарушениям детородной функции [3]. В связи с этим возникает необходимость в продолжении изучения влияния SLS натрия на живые организмы. Наиболее удобным биологическим тест-объектом является *Drosophila melanogaster* L., т. к. около 61 % известных человеческих заболеваний имеют узнаваемое соответствие в генетическом коде плодовой мушки [4]. Введение в питательную среду SLS моделирует его попадание в пищеварительный тракт при использования зубных паст.

Цель – оценить влияние регулярного введения на протяжении пяти поколений детергента SLS в концентрации 0,04 % на плодовитость и соотношение полов *Drosophila melanogaster* L. дикой линии *Berlin*.

Материалы и методы. Научно-исследовательская работа проводилась на базе кафедры зоологии и генетики Брестского государственного университета имени А. С. Пушкина. Объектом исследования являлся лаурилсульфат натрия в концентрации 0,04 %, что соответствовало промышленным дозировкам, которые используются при изготовлении зубных паст. Тест-объект – лабораторная линия *Drosophila melanogaster* L. *Berlin* из генетической коллекции кафедры. Линия *Berlin* – дикая линии, несущая три доминантных сцепленных гена, расположенных в хромосоме II: b^+ (*black body*) – серое тело, cn^+ (*cinnabar eyes*) – красные глаза, vg^+ (*vestigial wings*) – нормальные крылья.

Исследуемый раствор готовился путем растворения лаурилсульфата натрия в дистиллированной воде. Мухи выращивались на стандартной питательной среде следующего состава: вода – 350 мл, дрожжи – 40 г, агар-агар – 4,5 г, манная крупа – 13 г, сахар – 13 г, в пенициллиновых флаконах с объемом среды 5 мл. Растворы SLS добавлялись непосредственно в питательную среду. Затем на среду помещали двух самок и двух самцов дрозофил мутантной линии *Berlin*. Повторность опытов – четырехкратная.

Критерии оценки воздействия SLS на дрозофилу – плодовитость и соотношение полов потомства в поколениях I₁–I₅. Для оценки характера распределения по полу использовали метод χ^2 .

Результаты исследований. Анализ результатов исследования выявил факт снижения числа особей в каждом последующем поколении (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние лаурилсульфата натрия на плодовитость особей поколений I₁–I₅ *Drosophila melanogaster* L. дикой линии *Berlin*

Поколение	Вариант опыта				Отклонения от контроля, %
	Контроль		Опыт		
	шт.	%	шт.	%	
I ₁ (+ SLS)	184	100,0	167	90,8	–9,2
I ₂ (+ SLS)	224	100,0	188	83,9	–16,1
I ₃ (+ SLS)	181	100,0	125	71,3	–28,7
I ₄ (+ SLS)	151	100,0	101	66,9	–33,1
I ₅ (+ SLS)	268	100,0	166	62,0	–38,0

Так, в первом поколении наблюдалось уменьшение плодовитости на 9,2 % по сравнению с контролем. Во втором поколении при наличии в питательной среде лаурилсульфата число особей сократилось почти в два

раза (–16,1 % от контроля). Затем в третьем поколении вылупилось мух на 12,6 % меньше по отношению к предыдущему поколению, и их плодовитость составила 71,3 % от контроля. В четвертом и пятом поколениях величина отклонения численности от контроля продолжала расти и составила соответственно 33,1 % и 38,0 %.

Результаты учета распределения мух по полу в каждом поколении представлены в таблице 2. Анализ значений χ^2 показал, что в контроле соотношение по полу особей в первых четырех поколениях имело отклонения от теоретически ожидаемого (кроме I₅), доля самок в I₁–I₂ преобладала. При анализе опытных вариантов было установлено, что в каждом поколении наблюдались отклонения от соотношений в контроле, при этом изменения проявлялись в увеличении доли самок, а также в соотношении полов в I₃ и I₄ как 1:1.

Таблица 2 – Влияние лаурилсульфата натрия на соотношение полов поколений I₁–I₅ *Drosophila melanogaster* L. дикой линии *Berlin*

Поколение	Вариант опыта					
	Контроль			Опыт		
	♀, шт.	♂, шт.	χ^2	♀, шт.	♂, шт.	χ^2
I ₁ (+ SLS)	100	84	1,39	96	71	3,74
I ₂ (+ SLS)	123	101	2,16	110	78	5,45
I ₃ (+ SLS)	83	98	1,24	65	60	0,20
I ₄ (+ SLS)	69	82	1,12	54	47	0,49
I ₅ (+ SLS)	133	135	0,01	98	68	5,42

Заклучение. В результате проведенных исследований установлено негативное влияние регулярного введения в питательную среду лаурилсульфата натрия в концентрации, соответствующей таковой в зубных пастах (0,04 %), на развитие *Drosophila melanogaster* L. дикой линии *Berlin*, что проявилось в достоверном снижении плодовитости у линии на протяжении пяти поколений: темп убыли численности за пять поколений в среднем составил 7,2 %, плодовитость в итоге снизилась до 62 % по отношению к контролю. Также было установлено, что лаурилсульфат натрия приводит к изменению соотношения полов по отношению к контролю, при этом наблюдается увеличение доли самок в опытных вариантах на протяжении пяти поколений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ланге, К. Р. Поверхностно-активные вещества: синтез, свойства, анализ, применение / К. Р. Ланге. – СПб. : Профессия, 2004. – 240 с.

2. Takahashi, A. H. Effects of dermal application of Sodium Dodecyl Sulfate (SDS) on pregnant mice and their fetuses / A. H. Takahashi, Y. Kubo, K. Hiraga. – Tokyo Toritsu Eisei Kenkyusho Kenkyu Nempo. – 1976. – Vol. 27. – 113 p.

3. Barel, O. A. Cosmetic Science and Technology / O. A Barel, M. Paye, H. I. Maibach. – Informa Healthcare USA, 2009. – 869 p.

4. Козак, М. Ф. Дрозофила – модельный объект генетики: учеб.-метод. пособие / М. Ф. Козак. – Астрахань: Астрах. ун-т, 2007. – 87 с.

К содержанию

УДК 632.78

О. Н. ФРАНЧУК¹, Н. В. СИНЧУК²

¹Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

²Минск, БГУ

Научный руководитель – А. П. Колбас, канд. биол. наук, доцент

ОЦЕНКА ВРЕДНОСТИ САМШИТОВОЙ ОГНЕВКИ (*CYDALIMA PERSPECTALIS* (WALKER, 1859)) И ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕР БОРЬБЫ С НЕЙ В Г. БРЕСТЕ

Актуальность. В настоящее время во всем мире большое внимание уделяется проблеме биологических инвазий, в особенности изучению последствий вселения в аспекте конкурентного вытеснения аборигенных видов. Инвазивные фитофаги в отсутствие конкуренции и не испытывая сдерживающего влияния паразитов, которые бы могли контролировать численность особей, способны вызывать регулярные вспышки массового размножения, что в свою очередь приводит к потере декоративных качеств и к снижению хозяйственной ценности растений [1].

Одним из видов фитофагов, который может оказывать наиболее серьезное влияние на насаждения самшита вечнозеленого (*Buxus sempervirens* L.), является самшитовая огневка (*Cydalima perspectalis* (Walker, 1859)) [2].

Цель – оценить влияние фитофага на зеленые насаждения самшита в пределах г. Бреста и рассмотреть наиболее эффективные меры борьбы.

Результаты. Начиная с 2019–2020 г., в Брестском регионе отмечено появление самшитовой огневки [3]. В 2021 г. фитофаг нанес очень сильные повреждения самшиту на многих участках озеленения города, что стало началом массовой гибели самшита.

Самка вредителя откладывает 250–280 яиц диаметром около 1 мм с обратной стороны листьев самшита. Из яиц выходят зеленовато-желтые гусеницы размером 1–2 мм, которые вырастают до 35–40 мм и приобретают темно-зеленую окраску. Затем гусеницы окукливаются, размер куколки 25–30 мм. Куколки скрыты между листьями. Существует два возможных окраса взрослых особей – радужный белый с темно-коричневой полосой на внешнем крае и характерным белым пятном на передних крыльях, а также светло-коричневый, с белым пятном на передних крыльях. Крылья взрослого насекомого голубоватого цвета, по краям серые, с размахом 40–45 мм. Зимуют гусеницы в коконе между несколькими листьями самшита, прочно скрепленными паутиной. Вредитель имеет четко выраженные 2–3 генерации в зависимости от погодных условий. Гусеницы имеют пять возрастов, развитие которых продолжается от четырех до пяти недель в зависимости от теплосодержания приземного слоя воздуха.

Активное распространение самшитовой огневки в зеленых насаждениях Беларуси может привести к серьезным последствиям для *Vixis sempervirens* L. Это растение широко используется в зеленых насаждениях для формирования зеленых изгородей, бордюров, а также для композиций и скульптур. В Бресте и области широко распространены плантации самшита, некоторым растениям около 100 лет. Иногда его выращивают в виде одиночных экземпляров, небольших групп и зеленых бордюров, в основном в западной части Брестской области.

В центральной части Бреста мы собрали имаго, личинки и куколки *Cydalima perspectalis* (рисунок 1) и выявили значительные повреждения (рисунок 2) на растениях 20–30-летнего возраста. Отмечается, что применение баковой смеси системных («Актара») и контактных («Каратэ») инсектицидов ранее показало высокую эффективность в борьбе с вредителями в саду Центра экологии БрГУ имени А. С. Пушкина.



Рисунок 1 – *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859): личинка (А), куколка (В) (фото: А. Колбас), имаго (С) (фото: А. Синчук)

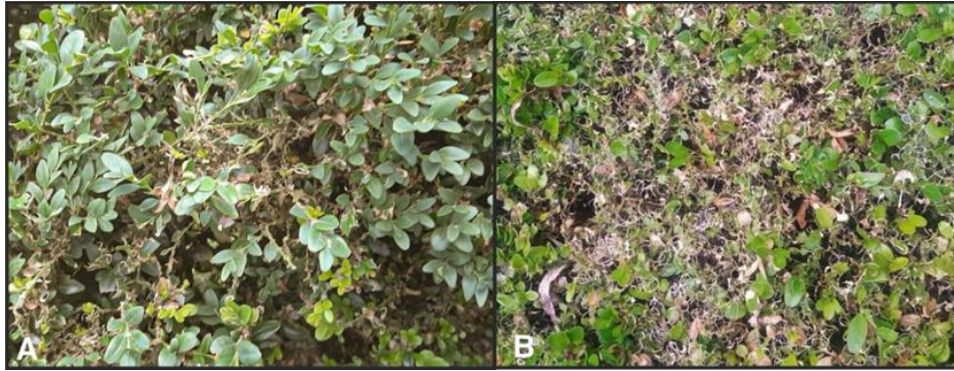


Рисунок 2 – Повреждение листьев самшита *Cydalima perspectalis* (фото: Н. Синчук (А), А. Колбас (В))

Распространение огневки преимущественно в озеленительных посадках в городах или на особо охраняемых природных территориях крайне затрудняет или делает невозможным применение пестицидов. В условиях, когда листва на деревьях почти полностью уничтожена, когда численность гусениц в древостоях находится на очень высоком уровне, эффективное применение биологических мер защиты также крайне затруднительно. Нужно вести регулярные наблюдения за развитием огневки и проводить опрыскивания в период массового появления гусениц из яиц. В зависимости от числа поколений обработок должно быть не более двух-трех в течение одного сезона.

Биологические методы борьбы достаточно эффективны лишь при своевременном обнаружении локальных, недавно обосновавшихся, пока еще немногочисленных популяций вредителя. Одним из средств раннего выявления вредителей леса являются феромонные ловушки. С помощью биологического метода уничтожают молодых гусениц, только вылупившихся из яйца. Для этого используют препараты, в состав которых входят бактерии *Bacillus thuringiensis*. Эффект достигается в процессе поедания бактерий гусеницами.

Механические методы борьбы заключаются в сборе вредителей и их яиц с последующим сжиганием. Также для уменьшения популяции насекомого проводят глубокую обрезку растения.

В настоящее время обнаружены изолированные зараженные растения. Однако, если не будут приняты санитарные меры по защите самшитовых насаждений, Брест может стать основным очагом расселения самшитовой огневки по всей территории Республики Беларусь.

Заключение. Дана эколого-биологическая характеристика вредителя декоративных посадок, которые ежегодно дают вспышки массового размножения, приводят к сильному ослаблению и угнетению самшита вечнозеленого в г. Бресте, а также изучен вопрос о методах борьбы с данным инвазивным фитофагом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Vanhanen, H. M. Invasive insects in Europe – the role of climate change and global trade : Dissertationes Forestales 57 / H. M. Vanhanen. – Finland, 2008. – 33 p.
2. Черная книга инвазивных видов животных Беларуси / В. П. Семенченко [и др.]. – Минск : Беларус. навука, 2020. – 163 с.
3. Sinchuk, A. First record of *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) (Lepidoptera: Crambidae) in Brest (Belarus) / A. Sinchuk, N. Sinchuk, A. Kolbas // Lietuvos Entomologų Draugijos Darbai. – 2020. – Т. 4 (32). – Р. 61–64.

К содержанию

УДК 598.279

Е. А. ХОМИЧ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – М. Г. Демянчик, старший преподаватель

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ ЛОСЯ *ALCES ALCES* НА ТЕРРИТОРИИ ЮГО-ЗАПАДА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Актуальность. В Беларуси лось обитает повсеместно. Лось предпочитает леса мозаичной структуры – сочетание заболоченных участков, вырубок, молодых лесопосадок. Места обитания зависят от ландшафтно-растительных условий и запасов осенне-зимних лиственных кормов. В весенне-летний период лось предпочитает речные поймы, окраины болот, т. е. места с обилием зеленого корма.

В Республике Беларусь до середины 50-х гг. XX в. лось был малочислен. За последние два десятилетия его численность стабилизировалась, и в настоящее время лось заселяет все лесные массивы республики [1–4].

Цель – охарактеризовать динамику численности лоса на территории Брестской области.

Материалы и методы. Материалом по теме исследования послужили литературные источники, ведомственные данные, результаты личных данных, полученных на территории Брестского района. Проведен анализ динамики численности лоса за 2016–2020 гг. на территории ЛОХ ГЛХУ «Брестский лесхоз».

Результаты исследований. В конце XVIII – начале XIX в. лось встречался по всей территории Республики Беларусь. Больше всего его было в Полесье и Поозерье. Относительно велика численность в этот период была и в Беловежской пуще (насчитывалось более 700 голов).

На остальной же части Беларуси их количество было нестабильным. В 1920-х гг. лось стал исключительно редким видом, находился на грани полного истребления. На 01.09.1927 в Беларуси было около 150 лосей. Ситуацию немного выровняли наскоро предпринятые созданным тогда Березинским заповедником меры, доведя к 1936 г. число белорусских лосей до 380. В настоящее время его численность стабилизировалась, лось стал заселять все лесные массивы республики, но наибольшая его численность отмечается в северной, северо-восточной и центральной частях [3; 4]. В Беларуси пространственная структура населения этого вида в направлении с юго-запада на северо-восток увеличивается в 4–4,5 раза, а на юго-восток – в 3,5 раза [2; 4].

Благодаря охранным мероприятиям лось стал широко распространенным животным. Сегодня он заселяет все крупные лесные массивы. В Брестской области плотность населения зверей составляет 1–3 особи на 1000 га лесных угодий [2].

Наибольшая плотность (средняя по районам) отмечена для Витебской области (3,9 особи / 1000 га лесных угодий), почти на треть она ниже в Могилевской области (2,55). Далее по степени убывания следуют Гродненская (2,17), Гомельская (2,05), Минская (1,91) и Брестская (1,63) области.

В 1995 г. в охотничьих хозяйствах учтено 13 875 животных. В 2000 г. поголовье достигло 15 305, в 2002 г. – 15 407, в 2003 г. – 15 970 особей. Численность лося в Беларуси в 2014 г. составила 30 100 особей. Однако по другим данным 2015 г. численность достигла 46 000 особей. В Беларуси лось живет не более 18–20 лет.

Фактическая численность лося в 2013 г. – 27,9 тыс. особей, что составляет 172 % к уровню 2006 г. и 65 % от оптимальной численности данного вида. Средний хозяйственный прирост вида составил 12 %, что является достаточно низким приростом. Также достаточно низким является и процент использования популяции лося.

Лось распространен по территории Республики Беларусь неравномерно. Наиболее высокая плотность населения вида наблюдается в северной и восточной частях страны. При оценке плотности населения лося на территории Беларуси четко прослеживается градиент уменьшения данного показателя с северо-востока на юго-запад. Это объясняется в первую очередь постепенным ухудшением условий обитания для лося в данном направлении. Вблизи южных и западных границ Беларуси проходит граница ареала вида, где по экологическим законам популяция вида находится в пессимуме.

Динамика численности и изъятия лося за 2016–2020 гг. в ЛОХ ГЛХУ «Брестский лесхоз» показана в таблице и на рисунке.

Таблица – Ведомость динамики численности и изъятия лося за 2016–2020 гг. в ЛОХ ГЛХУ «Брестский лесхоз»

Вид	2016 г.		2017 г.		2018 г.		2019 г.		2020 г.	
	Численность особей	Добыча особей	Численность особей	Добыча особей	Численность особей	Добыча особей	Численность особей	Добыча особей	Численность особей	Добыча особей
Лось	70	6	68	10	70	10	65	8	70	10

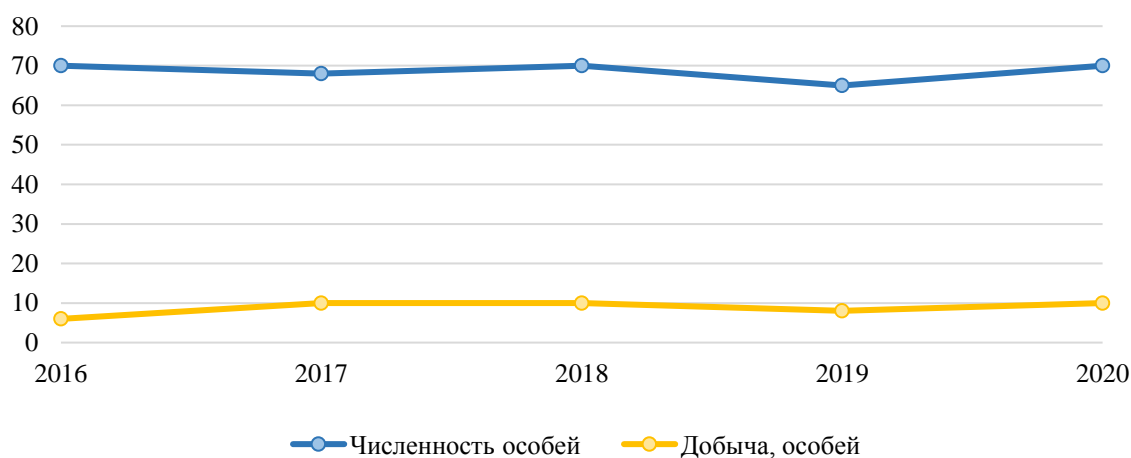


Рисунок – Динамика численности и изъятия лося с 2016-го по 2020 г. в ЛОХ ГЛХУ «Брестский лесхоз»

Исходя из данных таблицы, можно заметить, что общее число поголовья и величина изъятия лося за рассматриваемый период изменялись сравнительно пропорционально. Доля ежегодного изъятия составляла от 8,5 % до 14 % (таблица, рисунок).

Заключение. Исходя из динамики численности лося на территории Брестской области, можно сделать вывод, что на территории Брестской области на протяжении последних пяти лет численность лося не подвергается сильному изменению, что объясняется наличием относительно стабильной кормовой базы, проведением охранных и биотехнических мероприятий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брестское государственное производственное лесохозяйственное объединение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.lbar.llesnoi.by/allbre>. – Дата доступа: 15.02.2020.

2. Организационные структуры РГОО «БООР» по Брестской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://boor.by/about/>. – Дата доступа: 08.03.2022.

3. Романов, В. С. Численность копытных в лесах Белоруссии / В. С. Романов // Лесохозяйственная наука и практика. – Минск : Выш. шк., 1971. – Вып. 20. – С. 52–55.

4. Козло, П. Г. Эколого-морфологический анализ популяции лося / П. Г. Козло. – Минск : Наука и техника, 1983. – 215 с.

К содержанию

УДК 592.762.12

Я. А. ЧЕРКЕЗОВА

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

Научный руководитель – Е. И. Гляковская, канд. биол. наук

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ИТОГИ ИЗУЧЕНИЯ ПОЧВЕННЫХ ЖЕСТКОКРЫЛЫХ НА ТЕРРИТОРИИ БИОТОПОВ

Г. ГРОДНО

Актуальность. Биологическое разнообразие является одной из важнейших характеристик окружающей среды. Изучение и сохранение биоразнообразия предписывается международной Конвенцией о биологическом разнообразии [1, с. 3]. Наиболее удобным объектом для эколого-фаунистических исследований являются почвенные жесткокрылые, т. к. их распространение и встречаемость зависят от целого комплекса экологических условий биоценоза [2, с. 53]. В связи с недостаточным изучением почвенных жесткокрылых на территории отдельных регионов страны уточнение их таксономического состава, экологических особенностей на территории г. Гродно является актуальным.

Цель исследования – уточнение таксономического состава и экологической структуры почвенных жесткокрылых на территории г. Гродно.

Материалы и методы. Сбор материала осуществляли в вегетационный период 2021 г. Почвенных жесткокрылых собирали с помощью почвенных ловушек Барбера, в качестве которых были использованы пластиковые банки емкостью 0,5 л. Ловушки выставлялись в ряд по 10 шт., захватывая сначала тенистый участок, постепенно выходя на освещенную окраину. Проверку ловушек и подсчет имаго почвенных жесткокрылых проводили через день. Зафиксированный материал выкладывали на ватные пласты, аккуратно расправляли лапки и усики, снабжая каждый ватный пласт этикеткой [3, с. 86]. Для определения материала использовали [4; 5].

На территории г. Гродно были выбраны три пробные площадки: P1 – территория вокруг биокорпуса, пер. Доватора 3/1; P2 – Коложский парк; P3 – лесопарк «Румлево».

Результаты исследований. По результатам проведенных исследований собрано 107 экземпляров почвенных жесткокрылых из трех семейств, 20 видов и 13 родов. Самое богатое в видовом отношении семейство Carabidae насчитывает 16 видов (80 % от общего числа видов). Семейства Silphidae и Staphylinidae насчитывают по два вида соответственно (рисунок 1).

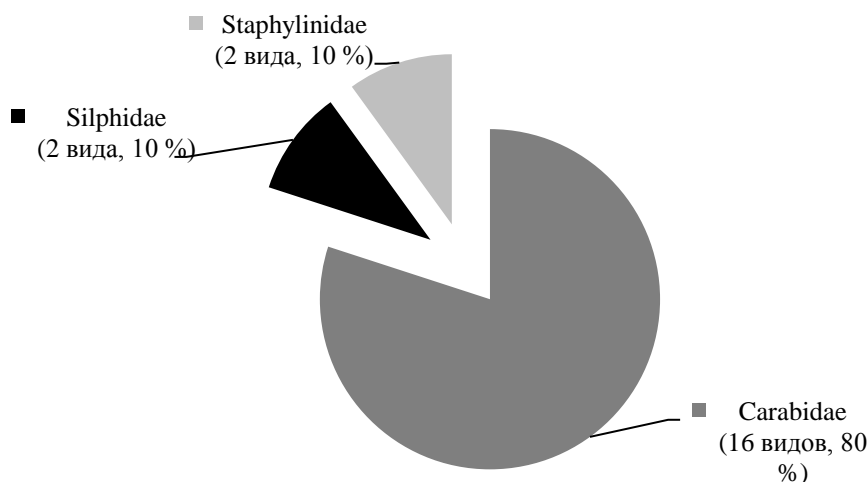


Рисунок 1 – Видовое соотношение основных семейств почвенных жесткокрылых

Большинство представителей семейства Carabidae (9 видов) по типу питания являются зоофагами (рисунок 2).

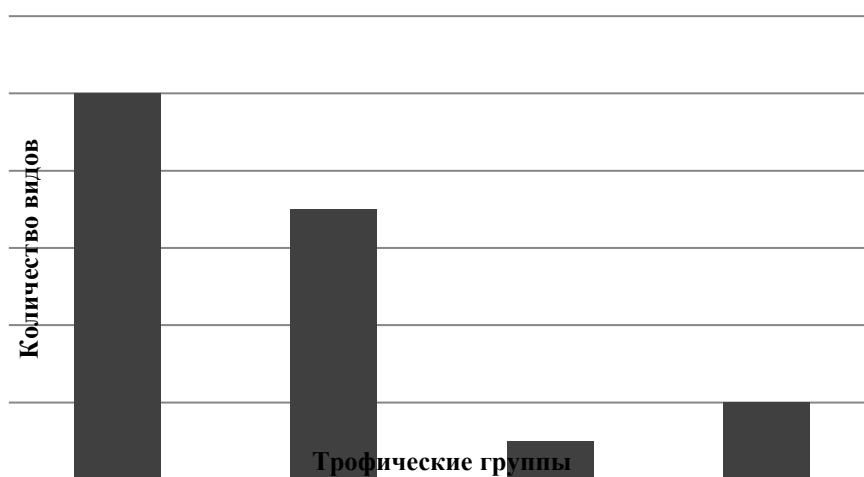


Рисунок 2 – Трофическая структура почвенных жесткокрылых

Это хищные жужелицы, охотящиеся в травянистом ярусе. К зоофагам также принадлежит хищник краснокрылый (*Staphylinus erythropterus* (Linnaeus, 1758)) из семейства Staphylinidae. Немного меньшим числом представлена группа миксофитофагов (7 видов). Для этих жужелиц характерно смешанное питание (животная и растительная пища) (*Harpalus aeneus* (Fabricius, 1775), *H. latus* (Linnaeus, 1758), *H. rufipes* (De Geer 1774), *H. smaragdinus* (Duftschmid, 1812), *Amara similata* (Gyllenhal, 1810), *A. aenea* (De Geer 1774), *Amara* sp.). Среди некрофагов отмечены два вида из семейства Silphidae (Мертвоеды) (*Phosphuga atrata* (Linnaeus, 1758), *Silpha obscura* (Linnaeus, 1758)), которые как на стадии личинки, так и на стадии имаго питаются падалью.

Исходя из стациального распределения почвенных жесткокрылых, установлено, что наибольшее количество (12 видов) собрано в Р3 (лесопарк «Румлево») с преобладанием *Pterostichus niger* (Schaller, 1783) (4 экземпляра) и *Carabus nemoralis* Muller, 1764 (3 экземпляра). В Р2 отмечено 9 видов с доминированием *Amara aenea* (De Geer, 1774), *Harpalus rufipes* (De Geer 1774) и *Amara* sp. (по 3 экземпляра соответственно). На территории вокруг биокорпуса (Р1) установлено обитание 8 видов почвенных жесткокрылых с явным преобладанием *Harpalus rufipes* (De Geer 1774) (41 экземпляр). В этом же биотопе обнаружено 14 экземпляров *Calathus fuscipes* (Goeze, 1777).

Заключение. В результате проведенных исследований на территории трех биотопов в черте г. Гродно установлено обитание 20 видов почвенных жесткокрылых из 13 родов и трех семейств. Самое богатое в видовом отношении семейство *Carabidae* насчитывает 16 видов (80 % от общего числа видов). Большинство собранных видов относится к зоофагам (10 видов). Наибольшее число видов почвенных жесткокрылых (12 видов из 20 в сборе) отмечено на территории лесопарка «Румлево» (Р3) с преобладанием *Pterostichus niger* (Schaller, 1783) (4 экземпляра) и *Carabus nemoralis* Muller, 1764 (3 экземпляра). Полученные данные могут быть использованы в дальнейших эколого-фаунистических исследованиях.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Конвенция о биологическом разнообразии. – Женева : Женев. правительство ООН, 1992. – 32 с.
2. Гиляров, М. С. Зоологический метод диагностики почв / М. С. Гиляров. – М. : Наука, 1965. – 276 с.
3. Фасулати, К. К. Полевое изучение наземных беспозвоночных / К. К. Фасулати. – 2-е изд. – М. : Высш. шк., 1971. – 424 с.
4. Каталог жесткокрылых (Coleoptera, Insecta) Беларуси / О. Р. Александрович [и др.] ; Фонд фундам. исслед. Респ. Беларусь. – Минск, 1996. – 103 с.

5. Coleoptera Polonia [Electronic resource]. – Mode of access: <https://coleoptera.ksib.pl>. – Date of access: 12.02.2022.

К содержанию

УДК 631.81

Е. А. ЧЕТЫРБОК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – А. П. Колбас, канд. биол. наук, доцент

ОСОБЕННОСТИ ВЫНОСА ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ РАСТЕНИЯМИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ ПОЧВЕННЫХ ДОБАВОК

Актуальность. Тяжелые металлы (ТМ) являются одной из наиболее опасных групп загрязняющих веществ, попадающих с бытовыми и промышленными отходами в окружающую среду [1]. В последнее время исследователи из многих стран активно обсуждают биологические способы очистки загрязненных почв и вод, основанные на использовании зеленых растений, – методы фиторемедиации [2]. Металлоплавильные предприятия представляют риски загрязнения ТМ в Беларуси, поэтому данная тема является актуальной.

Цель – выявить особенности выноса ТМ растениями, выращиваемыми на полиэлементно загрязненных почвах, при использовании различных почвенных добавок.

Материалы и методы. Для проведения исследования использовали условно чистую почву с приусадебного участка в г. Бресте и свинцовую золу из ООО «Белинвестторг-сплав» г. Белоозерска с заранее определенным содержанием ТМ методом атомно-абсорбционной спектрометрии на приборе SOLAAR MkII M6. Double Beam AAS в государственном научном учреждении «Полесский аграрно-экологический институт Национальной академии наук Беларуси» (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание ТМ в образцах исследования

Образец	Содержание относительно ПДК				
	Pb	Cd	Cu	Zn	Ni
Свинцовая зола	2465,6	474,4	60,8	51,5	16,2
Условно чистая почва	0,2	0,0	0,1	0,3	0,1

В качестве добавок использовали дефека́т, торф, компост и доломит. Варианты почв формировались после перемешивания незагрязненной почвы со свинцовой золой в 1 %-й концентрации (именно при этом содержании отмечались первые фитотоксичные реакции растений в предыдущих исследованиях) и добавками в соотношениях, представленных в таблице 2.

Таблица 2 – Состав различных вариантов почв исследования

Компоненты	Содержание компонентов в различных вариантах почв, в г							
	Контроль незагрязненный (К+)	Контроль загрязненный (К-)	Дефека́т (ДФ)	Торф (Т)	Компост (К)	Доломит (ДЛ)	Компост + доломит (К + ДЛ)	Дефека́т + доломит (ДФ + ДЛ)
% добавок	0	0	5	5	5	0,2	5 + 0,2	5 + 0,2
Чистая почва	450	445,5	423	423	423,00	444,6	422,1	422,1
Зола 1 %	0	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Добавки	0	0	22,5	22,5	22,5	0,9	23,4	23,4
Итого	450	450	450	450	450	450	450	450

Подсолнечник однолетний (*Helianthus annuus* L., мутантная линия 1/67-35-190-04) и фестулолиум (*Festulolium*) (выбор объектов обусловлен высокой скоростью роста и индикативностью к полиэлементному загрязнению) высевали в горшки (0,5 л) по 4 и по 50 семян соответственно в трех повторностях. Горшки помещали в климатизированное помещение зимнего сада Центра экологии БрГУ имени А. С. Пушкина [3]. Растения были собраны на стадии двух-трех настоящих листьев, побеги и корни были промыты, измерены их массы и длины, также было определено содержание ТМ (Полесский аграрно-экологический институт НАН РБ).

Результаты исследований. В наибольшей степени нас интересовали такие тяжелые металлы, как Pb, Cd, Cu, Zn, Ni, что связано с их большей токсичностью. На рисунках 1 и 2 отображен рейтинг по суммарному выносу этих тяжелых металлов при выращивании фестулолиума и подсолнечника с использованием различных добавок.

На большее накопление тяжелых металлов в надземной биомассе фестулолиума повлияли компост, дефека́т, смесь дефека́та и доломита, доломит, смесь компоста и доломита, а в надземной биомассе подсолнечника – доломит, компост, смесь дефека́та и доломита, смесь компоста и доломита и дефека́т. Наименьшие показатели выноса металлов были при выращивании на условно чистой почве, а также на загрязненной почве без добавок и на загрязненной почве с торфом.

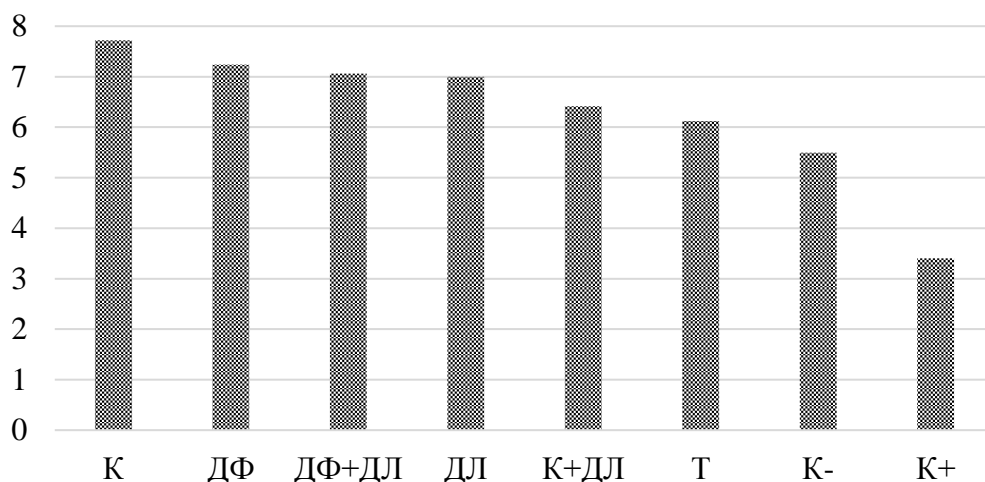


Рисунок 1 – Рейтинг по суммарному выносу Pb, Cd, Cu, Zn, Ni надземными органами при выращивании фестулолиума с использованием различных добавок, мкг/раст

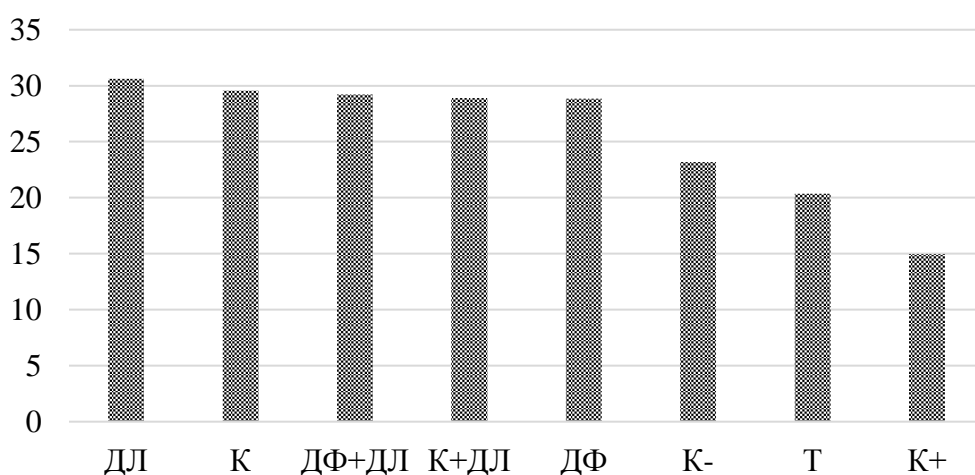


Рисунок 2 – Рейтинг по суммарному выносу Pb, Cd, Cu, Zn, Ni надземными органами при выращивании подсолнечника с использованием различных добавок, мкг/раст

Заключение. При исследовании особенностей выноса ТМ растениями было выявлено, что практически добавки увеличили вынос металлов у фестулолиума и подсолнечника по сравнению с контролем. Особенно явно это выражается при использовании таких добавок, как доломит, компост, смесь дефеката и доломита, смесь компоста и доломита, дефекат. Их можно рекомендовать для улучшения фитоэкстракции при фиторемедиации.

Работа выполнена в рамках проекта БРФФИ-БРЕСТ Х19Б-003 «Фиторемедиация почв в условиях полиэлементного загрязнения территории тяжелыми металлами».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Давыдова, С. Л. Тяжелые металлы как супертоксиканты XXI века / С. Л. Давыдова, В. И. Тагасова. – М. : Изд-во РУДН, 2002. – 140 с.
2. Прасад, М. Н. Практическое использование растений для восстановления экосистем, загрязненных металлами / М. Н. Прасад // Физиология растений. – 2003. – Т. 50, № 5. – С. 764–780.
3. ISO 2005 Soil quality – Determination of the effects of pollutants on soil flora : In Part 2 : Effects of chemicals on the emergence and growth of higher plants, Geneva.

К содержанию

УДК 574:372.8

А. Ф. ШЕРКО

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – О. В. Корзюк, старший преподаватель

РЕАЛИЗАЦИЯ ЗДОРОВЬЕСБЕРЕГАЮЩИХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА УРОКАХ ХИМИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТЕМЫ «АЛЬДЕГИДЫ»

Актуальность. Существует мнение, что если выбирать между обучением химии и здоровьем ребенка, то, безусловно, от химии в учебном плане надо избавляться как от предмета исключительно вредоносного, неоправданно трудного и крайне далекого от нужд и чаяний современного учащегося. Поэтому применение здоровьесберегающих технологий в современном обучении химии оправдано и необходимо.

Высокие темпы развития общества предъявляют новые требования к человеку и его здоровью. Здоровье физическое, психологическое, социальное закладывается в детстве. Замечено, что возникновение многих заболеваний у детей совпадает с периодом обучения в школе.

Здоровьесберегающие образовательные технологии способствуют эмоциональному, духовно-нравственному, интеллектуальному развитию детей, формированию самооценки, позволяют создавать условия для саморазвития, проявления самостоятельности, инициативности, творческих способностей в разных видах деятельности [1]. К здоровьесберегающим технологиям относятся личностно ориентированные технологии (технология развивающего обучения, технология уровневой дифференциации, технология проектного обучения, модульная технология, технология проблемного обучения и др.).

Цель – познакомить учащихся со здоровьесберегающими аспектами при изучении химии альдегидов и сформировать ответственное отношение к здоровому образу жизни.

Материалы и методы – анализ научно-методической и учебной литературы по методике преподавания химии.

Результаты исследований. Каждый новый урок химии – это ступенька в знаниях и развитии обучаемого, новый вклад в формирование его умственной и моральной культуры, поэтому важно конструирование и осуществление каждого урока. От соблюдения гигиенических и психолого-педагогических условий проведения урока в основном и зависит функциональное состояние обучаемого в процессе учебной деятельности.

Образовательный процесс должен носить творческий и здоровьесберегающий характер. Включение учащихся в творческий процесс способствует развитию мышления и снижает наступление утомления. Этого можно достигнуть, используя игровые ситуации на уроках, разные формы уроков (КВН, викторины, сказки, игры), наглядность, занимательные упражнения, фантазирование, загадки по различным темам. Для достижения поставленной цели применяются и различные педагогические технологии, и методы: ситуационный метод, соревновательный метод, метод индивидуальных заданий, защитно-профилактические технологии, компенсаторно-нейтрализующие технологии, технологические умения [2].

При изучении темы «Альдегиды» обращаем внимание учащихся на характеристику физических свойств низших альдегидов, а именно формальдегида – газа с резким запахом, ацетальдегида – жидкости с запахом прелых яблок. Обращаем внимание на запахи альдегидов: неприятные, действуют на организм человека неблагоприятно, вызывают повышение давления. Однако высшие и ароматические альдегиды имеют приятные запахи. Приятные запахи действуют на организм положительно. Так, запахи ванили и лимона понижают давление, запах лимона тонизирует нервную систему, повышает концентрацию внимания, снимает головную боль и усталость [3].

Предлагаемый урок проходил в рамках методической недели по теме «Использование здоровьесберегающих технологий на уроках химии». Это урок изучения нового материала, проведенный с использованием технологии разноуровневого обучения и элементов обучающей модели «Французские мастерские» (работа с пакетами информации).

Перед учащимися были поставлены следующие задачи: при изучении данной темы показать негативное влияние ядов на организм человека и провести дискуссию по этому вопросу; использование альдегидов в пищевой промышленности и парфюмерии, т. к. в небольших количествах они содержатся в эфирных маслах.

На уроках химии необходимо и очень важно формировать взгляды учащихся на здоровый образ жизни. Работа учителя должна быть направлена на отказ учащихся от разрушителей здоровья: курения, употребления спиртных напитков, психотропных и наркотических средств, а также употребления продуктов питания, средств бытовой химии, содержащих токсины и яды. Нужно учить детей не только правильно питаться, но и правильно применять средства бытовой химии, косметику и парфюмерию, состав и влияние которых на организм зачастую нам бывают неизвестны.

На уроках химии практически любая изучаемая тема может быть использована для освещения тех или иных фактов, способствующих формированию правильного отношения учеников к своему здоровью. Сюда же можно отнести и профилактику детского травматизма, несчастных случаев, связанных с неправильным поведением ребенка в различных бытовых ситуациях. Учащимся необходимы физкультминутки на уроке, которые позволят им размять свое тело, расслабиться. Далекое не всем учащимся легко дается химия, поэтому необходимо проводить работу по профилактике стрессов. Хорошие результаты дает работа в парах, группах, где ведомый более слабый ученик чувствует поддержку товарища.

При планировании урока нужно не допускать однообразной работы. Некоторым ученикам трудно запомнить даже несложный материал. Для этого полезно развивать зрительную память, часто использовать эксперимент, при его недоступности – виртуальную лабораторию. Это повышает интерес к предмету, помогает лучше усвоить изучаемый материал.

Заключение. Цель здоровьесберегающих технологий в обучении химии – это формирование из учащегося здорового полноправного члена общества с правильным представлением о жизни, со своими взглядами и принципами. Вопрос охраны здоровья детей в настоящее время является злободневным и актуальным. Человек, не знающий о возможности негативного влияния на него химических соединений, поступающих в нашу жизнь в виде технических, хозяйственных и бытовых препаратов, перестает быть хозяином своего здоровья [4].

Знакомство с вредными воздействиями бытовых и производственных химических соединений на человека и природу – это необходимый, обязательный компонент химического образования.

Использование здоровьесберегающих технологий в учебном процессе позволяет учащимся более успешно адаптироваться в образовательном и социальном пространстве, раскрыть свои творческие способности, а учителю эффективно проводить профилактику асоциального поведения.

Применение здоровьесберегающих технологий как отдельных элементов урока по силам каждому учителю-предметнику.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ковалько, В. И. Здоровьесберегающие технологии / В. И. Ковалько. – М. : ВАКО, 2004. – 296 с.
2. Дерябо, С. Д. Экологическая педагогика и психология / С. Д. Дерябо, В. А. Ясвин. – Ростов н/Д : Феникс, 1996. – 480 с.
3. Химия : учеб. пособие для 10-го кл. учреждений общ. сред. образования с рус. яз. обучения / Т. А. Колевич [и др.]. – Минск : Адукацыя і выхаванне, 2019. – 279 с.
4. Смирнов, Н. К. Здоровьесберегающие образовательные технологии в современной школе / Н. К. Смирнов. – М. : АПК и ПРО, 2002. – 62 с.

К содержанию

УДК 581.524.2(476)

А. Ю. ШЛЯХТОВ

Витебск, ВГУ имени П. М. Машерова

Научный руководитель – Л. М. Мержвинский, канд. биол. наук, доцент

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ИНВАЗИВНОГО ВИДА КЛЕНА ЯСЕНЕЛИСТНОГО ПО БЕРЕГАМ Р. ЗАПАДНАЯ ДВИНА

Актуальность. Клен ясенелистный (*Acer negundo* L.) является чужеродным инвазивным видом в Республике Беларусь и сопредельных государствах. Включен в Перечень видов, которые оказывают вредное воздействие и (или) представляют угрозу биологическому разнообразию, жизни и здоровью граждан (постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды от 10.01.2009 № 2), а также в Перечень видов растений, распространение и численность которых подлежат регулированию (постановление Совета Министров Республики Беларусь от 07.12.2016 № 1002). Клен ясенелистный угрожает сохранению биологического разнообразия на заселенных им территориях, а также наносит большой экологический, а в ближайшей перспективе будет наносить и экономический ущерб. Работа выполняется в рамках ГПНИ «Природные ресурсы и окружающая среда», *n/n* 10.2. «Биоразнообразие, биоресурсы, экология», задание 2.02 «Комплексная оценка инвазивного потенциала клена ясенелистного (*Acer negundo* L.) в бассейне р. Западная Двина в пределах Беларуси».

Цель – дать комплексную оценку инвазивного потенциала клена ясенелистного (*Acer negundo* L.) в бассейне р. Западная Двина в пределах Витебской области; оценить площадь распространения вида с применением

GPS-навигации, ГИС-технологий и ГИС-картографирования; определить фитоценоотическую значимость и установить влияние на трансформацию природных экосистем.

Материалы и методы. Материалом исследования в 2021 г. являлись очаги инвазии клена ясенелистного (*Acer negundo* L.) в прибрежной зоне р. Западная Двина от границы с Российской Федерацией до устья левого притока р. Уллы (аг. Улла). Исследования проводились детально-маршрутным методом (осуществлялся сплав по р. Западная Двина на моторной лодке) с применением GPS-навигации; обработка результатов осуществлялась с использованием ГИС-технологий и ГИС-картографирования, решение статистических и расчетных задач – с использованием электронной карты.

Результаты исследований. На территории Республики Беларусь клен ясенелистный начал встречаться с середины XIX в. и использовался как декоративное растение для озеленения городов. Начал входить в состав лесных насаждений и кустарниковых зарослей, широко встречается на зарастающих лугах и вышедших из сельхозоборота землях, а также становится неотъемлемым компонентом рудеральных растительных сообществ, интенсивно расселяется по обочинам железных и шоссейных дорог [1; 2]. Со второй половины XX в. стал активно дичать и встречаться по долинам рек и ручьев, вблизи других водоемов. Является одним из наиболее агрессивных инвазионных видов древесных растений во флоре Республики Беларусь. Наибольшую угрозу представляет для естественных растительных сообществ вдоль русел рек [3]. В Государственном кадастре растительного мира Республики Беларусь ведется учет 401 вида инвазивных растений, встречающихся на территории Беларуси. В нем выделяется шесть групп растений, представляющих различный уровень угрозы. В группу «Особо опасные» включены 8 видов инвазивных растений, среди которых и клен ясенелистный (*Acer negundo* L.). По состоянию на 2019 г. в кадастр была внесена 4271 популяция *Acer negundo* L. на общей площади 351 га. На территории Витебской области 955 популяций с общей занимаемой площадью 42,9 га [4].

В ходе инвентаризации в 2021 г. мест произрастания клена ясенелистного в прибрежной зоне р. Западная Двина от границы с Российской Федерацией до устья левого притока р. Уллы (аг. Улла) зафиксированы GPS-координаты всех выявленных местопроизрастаний этого вида; сделано описание состояния популяций клена ясенелистного (*Acer negundo* L.); создана картографическая база данных современного распространения клена ясенелистного в программе *OziExplorer*, а также ГИС-распространения данного вида в программе *MapInfo*.

После строительства Витебской и Полоцкой ГЭС (введены в эксплуатацию в 2017 г.) уровень воды в реке поднялся на несколько метров

(у плотины до 9 м), пологие берега ушли под воду. Расселение вниз по реке происходит вследствие разноса семян течением, поэтому основная часть локалитетов клена ясенелистного произрастает по линии уровня половодья, который был характерным до строительства ГЭС (вторая полоса зарастания).

Все места произрастания зафиксированы с применением GPS-навигации. Например: точка GPS 407-408, N 55, 407520°, E 30, 702940°, на правом берегу Двины прерывистой полосой в 5 м от воды три локалитета клена общей длиной около 500 м; точка GPS 409, N 55, 409390°, E 30, 664560°, окрестности д. Десняниново. На правом берегу Двины прерывистая полоса клена протяженностью более 2 км, состоящая из шести локалитетов. Клен доминирует в прибрежной зоне, проективное покрытие 80 %. На левом берегу зафиксированы всего два локалитета по 100 м длины. Обследованы также населенные пункты, расположенные на берегах и в непосредственной близости от реки. Единичные деревья зафиксированы в 20 деревнях. В г. Витебске, пгт Сураж, пгт Руба, аг. Лужесно клен массово применяется в озеленении.

Заключение. В результате зафиксирован современный масштаб распространения клена ясенелистного (*Acer negundo* L.) в прибрежной зоне р. Западная Двина от границы с Российской Федерацией до устья левого притока р. Уллы (аг. Улла). Всего зарегистрировано 205 мест произрастания клена ясенелистного общей площадью 104,8 га.

Для борьбы с опасным инвазивным видом *Acer negundo* L. необходим строгий запрет в использовании его в качестве декоративно-растущего растения для озеленения городов, усадебных парков и личных загородных участков. Необходимо проводить спиливание и раскорчевку молодых зарослей растений механическим способом [3].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Первичные данные по распространению клена ясенелистного (*Acer negundo* L.) в бассейне реки Западная Двина в пределах Беларуси / Л. М. Мержвинский [и др.] // Проблемы оценки, мониторинга и сохранения биоразнообразия : сб. материалов IV Респ. науч.-практ. экол. конф., Брест, 25 нояб. 2021 г. / Брест, гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: Н. М. Матусевич, Н. В. Шкуратова, М. В. Левковская. – Брест : БрГУ, 2021. – С. 20–24.

2. Мержвинский, Л. М. Распространение клена ясенелистного (*Acer negundo* L.) в бассейне реки Каспля / Л. М. Мержвинский, Ю. И. Высоцкий, С. Э. Латышев // Наука – образованию, производству, экономике : материалы 74-й регион. науч.-практ. конф. преподавателей, науч. сотрудников и аспирантов, Витебск, 18 февр. 2022 г. / Витеб. гос. ун-т ; редкол.:

Е. Я. Аршанский (гл. ред.) [и др.]. – Витебск : ВГУ им. П. М. Машерова, 2022. – С. 76–78.

3. Растения-агрессоры. Инвазионные виды на территории Беларуси / Д. В. Дубовик [и др.]. – Минск : Беларус. Энцыкл. імя Петруся Броўкі, 2017. – 192 с.

4. Государственный кадастр растительного мира Республики Беларусь. Основы кадастра. Первичное обследование 2002–2017 гг. / О. М. Масловский [и др.] ; науч. ред. А. В. Пугачевский. – Минск : Беларус. навука, 2019. – 599 с.

К содержанию

УДК 581.821

А. И. ЯЦУШКЕВИЧ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. М. Матусевич, канд. биол. наук, доцент

ВЛИЯНИЕ ЭПИКАСТАСТЕРОНА И ЕГО КОНЬЮГАТОВ НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ СИЛЬФИИ ПРОЗЕННОЛИСТНОЙ СОРТА ПЕРВЫЙ БЕЛОРУССКИЙ

Актуальность. Эпикастастерон является одним из соединений, относящихся к группе brassinosterоидов (БС), которые представляют собой особый класс растительных фитогормонов, встречающихся в растениях повсеместно. Эта группа включает большое количество (более 70) соединений, которые демонстрируют структурное сходство со стероидными гормонами насекомых, животных и человека. Молекулярно-генетический анализ мутантов, дефектных в отношении биосинтеза brassinosterоидов, показал, что они необходимы для нормального роста и развития растений. Эти данные наряду с широким распространением этих соединений в растениях и их высокоэффективным действием привели к признанию brassinosterоидов в качестве нового класса растительных гормонов. Принимая во внимание малую токсичность и исключительно низкие нормы расхода brassinosterоидов, широкое распространение в растениях, можно характеризовать их как биорациональные, экологически безопасные регуляторы роста, приобретающие с каждым годом все большую роль в растениеводстве [1]. В Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь, в настоящее время из brassinosterоидов включены всего два препарата, относящиеся к большой группе регуляторов роста

растений, – эпин и эпин плюс, в качестве действующего вещества содержащие соответственно эпибрасинолид и гомобрасинолид [2]. Их применение, особенно препарата на основе гомобрасинолида, регламентировано для сравнительно небольшого спектра культур. Поэтому продолжение исследований по изучению действия БС и их производных на живые организмы остается актуальным как с теоретической, так и с практической точки зрения.

Сильфия пронзеннолистная – кормовая культура высокой хозяйственной ценности. Она входит в группу кормовых культур сенажно-силосного направления и характеризуется высокой продуктивностью посевов, повышенным содержанием белка и отзывчивостью на удобрения. По урожаю биомассы сильфия – одна из самых урожайных кормовых культур. По кормовым достоинствам не уступает традиционным кормовым культурам (по содержанию протеина превосходит кукурузу и приравнивается к бобовым растениям). Сильфию можно использовать и как медоносное растение. Однако наибольший эффект от возделывания можно получить при комплексном ее использовании, в первую очередь на кормовые цели. По содержанию протеина она близка к бобовым растениям. По содержанию сырого протеина сильфия равноценна люцерне и вдвое превосходит кукурузу. Белковых веществ и зольных элементов в два раза больше, чем в кукурузе и тимофеевке. По выходу сырого протеина с 1 га она превосходит люцерну. Зеленая масса сильфии может быть использована на корм скоту в свежем виде [3].

Цель – оценить влияние эпикастатерона и его конъюгатов на морфометрические показатели сильфии пронзеннолистной сорта Первый Белорусский.

Материалы и методы. Для изучения влияния эпикастатерона (ЭК) и его конъюгатов с кислотами на морфометрические параметры сильфии пронзеннолистной сорта Первый Белорусский в условиях лабораторного эксперимента (вегетационный опыт) были использованы 10^{-10} М растворы фитогормонов, дистиллированная вода в качестве контроля. Для проведения вегетационного опыта по 10 семян тест-культуры замачивали в контроле или растворе соответствующего БС без прямого воздействия света в течение 5 часов, затем выращивали в горшках (0,5 л) в фитотроне Центра экологии при следующих условиях: световой режим – 14 часов, освещение – $150 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \text{ s})$, температура – $25 \text{ }^\circ\text{C}$ (день) / $22 \text{ }^\circ\text{C}$ (ночь), относительная влажность – 65 %. Горшки были расставлены в рандомизированном порядке, при этом поддерживалась влажность почвы 50 % от полевой. Растения были собраны через один месяц на стадии полного развития второй пары настоящих листьев. Все варианты были выполнены в четырехкратной повторности.

Результаты исследований. В вегетационном опыте всхожесть растений сальфии пронзеннолистной в контроле составила 50,1 %, при замачивании в растворе ЭК – 62,5 %, в растворе S23 – 45 %, в растворе S31 – 67,5 %. Наилучший эффект выявлен при обработке семян сальфии раствором S31 и ЭК.

Длина корня контрольных растений в среднем составила 28,1 мм, а при обработке ЭК и его производными варьировала от 24,0 до 32,1 мм, отличия от контроля не были статистически достоверны. Однако выявлена тенденция селективного действия тестируемых веществ на рост корня сальфии: при обработке 10^{-10} М раствором S23 происходит незначительное стимулирование роста корня (на 13,9 %), при действии 10^{-10} М раствора S31 – ингибирование (на 14,6 %). Длина стебля контрольных растений в среднем составила 57,5 мм, при обработке ЭК и его производными варьировала от 55,0 до 58,8 мм, отличия от контроля не были статистически достоверны. Выявлено достоверное повышение (при $p \leq 0,01$) массы сырых корней при обработке ЭК и S31, которое относительно контроля составило соответственно 297,6 % и 361,3 %. Аналогичная тенденция отмечена для массы побега (таблица).

Таблица – Влияние эпикастастерона и его конъюгатов на морфометрические параметры сальфии пронзеннолистной сорта Первый Белорусский (вегетационный опыт)

Вариант опыта	Корень		Побег	
	значение	% к контролю	значение	% к контролю
Длина, мм				
Контроль	28,1 ± 3,16	100	57,5 ± 1,91	100
ЭК ⁻¹⁰ М	28,9 ± 3,37	102,6	57,2 ± 2,52	99,6
S23 ⁻¹⁰ М	32,1 ± 2,56	113,9	58,8 ± 3,7	102,2
S31 ⁻¹⁰ М	24,0 ± 1,95	85,4	55,0 ± 3,2	95,6
Масса, г				
Контроль	0,28 ± 0,05	100	2,06 ± 0,19	100
ЭК ⁻¹⁰ М	1,31 ± 0,084***	461,3	9,64 ± 0,35***	467,7
S23 ⁻¹⁰ М	0,32 ± 0,03	112,5	2,18 ± 0,25	105,5
S31 ⁻¹⁰ М	1,13 ± 0,09***	397,6	9,77 ± 0,6***	473,7
Примечание – ЭК – эпикастастерон, S23 – 2-моносалицлат 24-эпикастастерона, S31 – тетраиндолилацетат 24-эпикастастерона в концентрации 10^{-10} М, *** – достоверно при $p \leq 0,01$.				

Заключение. Таким образом, всхожесть растений сальфии, масса корней и побегов могут быть повышены за счет предпосевной обработки семян 10^{-10} М раствором ЭК или его конъюгата с индолилуксусной кислотой.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хрипач, В. А. Брассиностероиды / В. А. Хрипач, Ф. А. Лахвич, В. Н. Жабинский. – Минск : Наука и техника, 1993. – 287 с.
2. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / Л. В. Плешко [и др.]. – Минск : Земледелие и защита растений, 2014. – 628 с.
3. Емелин, В. А. Сильфия пронзеннолистная: хозяйственная ценность, биология и технология возделывания / В. А. Емелин. – Витебск : ВГАВМ, 2011. – 36 с.

К содержанию