

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

ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ, МОНИТОРИНГА И СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ

Электронный сборник материалов
Международной научно-практической экологической конференции

Брест, 20 ноября 2025 года

Брест
БрГУ имени А. С. Пушкина
2025

ISBN 978-985-22-0949-6

© УО «Брестский государственный
университет имени А. С. Пушкина», 2025

Об издании – 1, 2

УДК 504.06+574(075)+543.2(075)+631.95+502.37
ББК 28.088(4Бей)431

*Рекомендовано редакционно-издательским советом учреждения образования
«Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина»*

Редакционная коллегия:

кандидат биологических наук, доцент **Н. М. Матусевич**
кандидат технических наук, доцент **Н. С. Ступень**
кандидат биологических наук, доцент **С. М. Ленивко**

Рецензенты:

доцент кафедры инженерной экологии и химии
УО «Брестский государственный технический университет»
кандидат биологических наук, доцент **В. Н. Босак**

доцент кафедры городского и регионального развития
УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина»
кандидат географических наук, доцент **Т. А. Шелест**

Проблемы оценки, мониторинга и сохранения биоразнообразия :
электрон. сб. материалов Междунар. науч.-практ. экол. конф., Брест, 20 нояб.
2025 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: Н. М. Матусевич,
Н. С. Ступень, С. М. Ленивко. – Брест : БрГУ, 2025. – 251 с. – URL:
<http://rep.brsu.by/handle/123456789/10708>.

ISBN 978-985-22-0949-6.

Материалы сборника отражают основные направления научных исследований, посвященных решению актуальных проблем экологии, мониторингу природных и антропогенных экосистем, сохранению биоразнообразия и современного состояния флоры и фауны, биоиндикации и биотестированию, агроэкологии, химической экологии, экологическому образованию и просвещению.

Адресуется научным работникам, магистрантам, аспирантам, преподавателям и студентам высших учебных заведений, специалистам системы образования.

Разработано в формате pdf.

УДК 504.06+574(075)+543.2(075)+631.95+502.37
ББК 28.088(4Бей)431

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», 2025

В НАЧАЛО

2 – производственно-технические сведения

- Использованное ПО: Windows 10, Microsoft Office 2013;
- ответственный за выпуск Ж. М. Селюжицкая, корректор Е. С. Мизерия, технический редактор Е. С. Мизерия, компьютерный набор и верстка Н. М. Матусевич;
- дата размещения на сайте: 04.12.2025;
- объем издания: 3,72 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.by.

В НАЧАЛО

СОДЕРЖАНИЕ

**ЭКОЛОГИЯ, МОНИТОРИНГ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ
ЭКОСИСТЕМ. БИОРАЗНООБРАЗИЕ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ
ФАУНЫ, ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЫ
И УСТОЙЧИВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

Абрамова И. В. Трофическая структура орнитокомплексов сосновых лесов на разных стадиях сукцессии в юго-западной Беларуси.....	9
Батиров Х. Ф., Абулфайзиева И. Ю., Суюнова С. М., Нормаматова К. Ш. Из истории создания рекреационного потенциала в Узбекистане	12
Белослудцева А. Ю. Определение и прогнозирование изменений наземного покрова Кезского района Удмуртской Республики по спутниковым данным Landsat.....	15
Вабищевич М. М. Биоморфологическая структура урбанофлоры г. Пинска.....	19
Воронко А. Н., Янчуревич О. В. Анализ спектров питания зеленых лягушек рода <i>Pelophylax</i> на урбанизированных территориях.....	22
Гайдученко Е. С., Охременко Ю. И., Ермолаева И. А., Левина К. Б., Лещенко А. В., Полетаев А. С., Куницкий Д. Ф., Сергиевич А. С., Ризевский В. К. Ихтиологические исследования в Беларуси: от истоков до современного этапа	25
Гранковская Т. А. Энтомологическое слежение как способ контроля численности иксодовых клещей на территории г. Гродно	28
Грядунова О. И., Пташиц В. А. Особенности режима увлажнения г. Бреста в условиях изменения климата	31
Давыдовская Е. А., Минакова Е. С., Павлова Е. Е., Коцур В. М., Жерносеков Д. Д. Ферментативная активность ксилотрофных грибов севера Беларуси	34
Дорошук А. А., Ступень Н. С. Анализ содержания диоксида серы в атмосферном воздухе г. Бреста за период 2022–2024 гг.	36
Дудкина А. О. Пчелиные (Hymenoptera: Apoidea) – посетители васильков (<i>Centaurea Linnaeus</i> , 1753) в условиях различных биотопов Национального парка «Нарочанский»	39
Жигульская В. А., Янчуревич О. В. Видовой состав водных и околоводных животных озер заказника республиканского значения «Выдрица».....	42
Жук В. А., Бульская И. В. Формирование экологического сознания учащихся через исследование проблемы загрязнения малых рек поверхностным стоком с автомобильных дорог.....	45
Колмаков П. Ю., Жерносеков Д. Д. Особенности распределения тонких корней ели европейской по почвенному профилю	48

Кучма Д. М., Окоронко И. В. Ключевые географические объекты Дрогичинского района.....	51
Ломако М. А. Шмели (<i>Bombus</i> Latr.) – посетители соцветий спиреи японской (<i>Spiraea japonica</i>) на территории парковых зон г. Минска.....	55
Мартысюк А. Ю., Ступень Н. С. Формирование экологических знаний на уроках химии с использованием визуализации	58
Мержвинский Л. М., Высоцкий Ю. И., Морозова И. М., Солодовников И. А., Латышев С. Э., Коцур В. М. Опасные чужеродные виды растений, насекомых и моллюсков в Белорусском Поозерье.....	60
Охременко Ю. И., Ризевский В. К., Гайдученко Е. С. Филогеография и генетическое разнообразие линия <i>Tinca tinca</i> (Linnaeus, 1758) в водных объектах Беларуси.....	66
Солодовников И. А., Рымкевич А. С. Редкие и новые виды долгоносиков (Curculionidae) для территории Республики Беларусь. Часть 25	69
Солодовников И. А., Кузнецов В. А. Редкие и новые виды жесткокрылых (Coleoptera) для территории Республики Беларусь. Часть 26	72
Тарасенко Е. А., Коротева Д. О. Таксономический состав жалоносных перепончатокрылых (Hymenoptera: Aculeata) – посетителей соцветий золотарника канадского (<i>Solidago canadensis</i> L.) в условиях Борисовского района (Минская область)	75
Токарчук С. М., Борисюк М. Г., Нестерович А. В. Особо охраняемые природные территории Бреста.....	78
Fayzullaeva D. B. Results of aerobiological monitoring conducted in the Republic of Uzbekistan: a case study of the Surkhandarya region.....	81
Черноморец А. В., Самусенко И. Э. Результаты анкетного учета белого аиста в Беларуси в 2024 г.	85
Юрчик Д. С., Рыжая А. В. Видовое разнообразие и экологическая структура жесткокрылых (Coleoptera) в лесопарковых зонах г. Гродно	88
Яковчик Ф. Г., Буга С. В. Поврежденность тератформирующими и минирующими фитофагами дуба черешчатого (<i>Quercus robur</i> L.) в зеленых насаждениях населенных пунктов Налибокской пуши	91

БИОРАЗНООБРАЗИЕ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ФЛОРЫ, ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЫ И УСТОЙЧИВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ. БИОИНДИКАЦИЯ И БИОТЕСТИРОВАНИЕ

Аннаниязова В. М., Матусевич Н. М. Ядовитые растения отдела «Агробиология».....	95
Бондарева Л. Л. Капуста японская: пополнение сортимента капустных культур в средней полосе России	98
Геленко В. Н. Таксономия альгофлоры озера Вычулки	101

Головач Д. Н., Селевич Т. А. Мониторинг редких видов сосудистых растений озера Белое (Лунинецкий район, Брестская область).....	104
Гудная Н. В. Подбор IPBS-маркеров для изучения генетических особенностей популяций <i>Siella erecta</i> (Huds.) M. Pimen.....	107
Домась А. С., Дронов М. А. Использование гуминового препарата «Гуми» для преодоления углеводородного стресса при загрязнении почвы моторным маслом.....	110
Ермолаева О. Ю., Старча А. Н. Находка <i>Didymodon tophaceus</i> (Brid.) Lisa в Ростовской области.....	113
Кельник А. С., Сакович А. А. Особенности таксономической структуры и встречаемости мохообразных-эпифитов в условиях северо-восточной части лесопарка «Румлёво» (Гродно).....	116
Корольчук В. А. Штаммовые особенности микромицетов <i>Penicillium</i> spp., выделенных из очагов биоповреждений жилых комнат....	119
Короткая А. А., Созинов О. В. Разногодичная изменчивость эколого-ценотических и морфометрических характеристик <i>Impatiens glandulifera</i> речных долин г. Гродно.....	122
Кравчук В. Г., Матусевич Н. М. Гастероидные базидиомицеты Беловежской пуши.....	125
Кутас Е. Н. Сохранение биоразнообразия растений посредством клонального микроразмножения.....	128
Mackeen Masheefa, Kuntsevich Z. S. Climate change and the future of Sri Lanka's ayurvedic medicinal plants: ecological and conservation challenges.....	131
Мержвинский Л. М., Высоцкий Ю. И., Латышев С. Э., Яхновец М. Н. Распространение инвазивного вида клена ясенелистного (<i>Acer negundo</i> L.) в Витебской области и его влияние на биоразнообразие растительных сообществ.....	134
Мялик А. Н., Титок В. В. Результаты таксономической верификации некоторых травянистых растений из коллекций ЦБС НАН Беларуси.....	138
Пинчук В. И., Левковская М. В. Определение состояния поверхностных вод в промзоне г. Гомеля с использованием <i>Lemna minor</i> L.	141
Привизенцева Д. А., Кислая А. С., Дрозденко Д. В., Гуляева М. А. Влияние гидроуглей из древесных отходов на активность каталазы чернозема обыкновенного.....	144
Романюк И. А. Болезни древесных интродуцентов г. Кобрина.....	147
Садковская А. И., Созинов О. В. Флористический состав прибрежно-водной полосы гравийного карьера Осочники-1 (Гродненский район).....	149

Селевич Т. А. Виды семейства Salicaceae Mirb. на территории зарастающего мелового карьера в окрестностях г. Гродно	152
Степанов В. А. Репа листовая для салатных линий	155
Талерчик В. С., Жебрак И. С. Микотрофность <i>Vaccinium uliginosum</i> L. болотных сосняков	158
Храмцов А. К., Передерий А. Ю., Репетуева Ж. Я., Сапсалева А. А. Фитопатогенные микромицеты на территории г. Могилева	161
Храмцов А. К., Поликсенова В. Д., Федюшко И. А., Сидорова С. Г., Стадниченко М. А. Чужеродные для Беларуси фитопатогенные микромицеты, зарегистрированные в анаморфе (по материалам Гербария БГУ).....	164
Шимко И. И., Мержвинский Л. М., Стрижонок С. И. Характер распространения некоторых заносных видов рода <i>Ranunculus</i> L. в Витебской области, современное состояние их популяций	167
Шкуратова Н. В. Сравнительная анатомия стебля некоторых видов хозяйственно ценных бобовых	170

ХИМИЧЕСКАЯ ЭКОЛОГИЯ. АГРОЭКОЛОГИЯ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ И ПРОСВЕЩЕНИЕ

Батиров Х. Ф., Салимова Р. А., Уразов М. С., Турдимуратов Д. М. Зимние промежуточные для овощных культур	174
Богдасарова К. М., Ленивко С. М. Пролиферация сортов жимолости под влиянием 6-бензиламинопурина в условиях <i>in vitro</i>	177
Бульская И. В. Экологизация школьного химического образования.....	180
Деменкова Н. В., Конюшко Т. А. Актуализация содержания химических дисциплин в медицинском университете через призму современных экологических проблем	183
Джос Е. А., Пышная О. Н., Байков А. А. Видовое разнообразие перца острого (<i>Capsicum</i> spp.) как источника витаминов и антиоксидантов	186
Каваленка А. М. Экалагічнае выхаванне студэнтаў праз прафесійна значную праектную дзейнасць на замежнай мове.....	189
Кайдалова М. О., Колбас Н. Ю. Влияние экологически совместимых технологий выращивания смородины на антиоксидантную активность плодов	192
Коваленко В. В., Ступень Н. С. Содержательные взаимосвязи экологии и химии как средство формирования экологической компетенции	195
Конопацкая О. А., Ступень Н. С. Методика моделирования расчетных задач по химии экологической направленности для учреждений общего среднего образования	198

Корзюк О. В. Физиологические особенности действия брассиностероидов на рост амаранта.....	201
Корпанов Р. В. Агроэкологические аспекты ограничения экспансии многолетнего люпина как источника инфекции антракноза.....	204
Ленивко С. М., Бойко В. И. Краеведческий принцип в формировании функциональной экологической грамотности обучающихся	208
Лешик С. Н. Исследовательская деятельность учащихся как инструмент экологического образования	211
Лешик С. Н., Бульская И. В. Засоление почв и его влияние на рост и физиологические особенности кресс-салата (<i>Lepidium sativum</i> L.)	214
Лукьянчик И. Д., Кондратюк А. В. Эффективность использования регуляторов роста для повышения качества продукции и урожайности растений рода <i>Eruca</i>	217
Мамажанов Р. И., Батиров Х. Ф., Кадиров Ш. А., Абулфайзиева И. Ю. Формирование урожая зимних культур в условиях Узбекистана	220
Марчук Д. В., Ступень Н. С. Исследование жесткости питьевой воды микрорайонов г. Пинска (Республика Беларусь, Брестская область).....	223
Mahima Akter, Kuntsevich Z. S. Invaromental pollution and ecological problems in Bangladesh	226
Мисюля Д. И., Гордунов Г. А., Франтов Д. И., Минеева И. В. Антибактериальные свойства комплексов 2-тиоксотетрагидропиримидин- 5-карбоксилатов с медью (ii) в условиях <i>in vitro</i>	228
Побудей В. Е. Зависимость эффективности корневой формы инокулюма арбускулярных микоризных грибов разных видов от длительности его хранения.....	231
Поддубная О. В. Аспекты химической экологии в гидрохимии при изучении роли рН водных экосистем	234
Поддубная О. В. Роль адъювантов в пестицидной нагрузке	237
Савчук В. В., Тарасюк А. Н. Влияние тетраиндолилацетата 24-эпикастастерона на относительную продолжительность фаз митоза клеток корневой меристемы ячменя обыкновенного (<i>Hordeum</i> <i>vulgare</i> L.)	240
Трищенко И. В., Каклюгин А. В., Касторных Л. И. Формирование экологического мышления у будущих строителей в процессе обучения	243
Шаповал Д. В., Ступень Н. С. Статичная инфографика как способ визуализации при изучении органической химии	246
Шипаева Т. А. Экологические вызовы химической промышленности: современные технологии их решения.....	249

**ЭКОЛОГИЯ, МОНИТОРИНГ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ
ЭКОСИСТЕМ. БИОРАЗНООБРАЗИЕ И СОВРЕМЕННОЕ
СОСТОЯНИЕ ФАУНЫ, ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЫ
И УСТОЙЧИВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

УДК 598.2:574.474(476.7)

И. В. АБРАМОВА

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

**ТРОФИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ОРНИТОКОМПЛЕКСОВ
СОСНОВЫХ ЛЕСОВ НА РАЗНЫХ СТАДИЯХ СУКЦЕССИИ
В ЮГО-ЗАПАДНОЙ БЕЛАРУСИ**

Птицы являются одним из ключевых компонентов лесных экосистем, занимают высокие уровни в пищевых цепях и тесно связаны с параметрами среды обитания. В ходе сукцессии хвойных лесов существенно меняются структура растительности, кормовая база и условия среды, что ведет к перестройке видового состава и трофической организации птиц. Изучение трофической структуры орнитокомплексов позволяет оценить функциональное состояние лесных экосистем, помогает понять механизмы восстановления и устойчивости лесных биоценозов.

Цель работы – установление трофической структуры орнитокомплексов сосновых лесов в процессе демулационной сукцессии в юго-западной Беларуси. Сбор материалов для данной работы проводился в 2000–2019 гг. в юго-западной Беларуси (Брестский, Ивацевичский и Малоритский лесхозы) [1]. Изучение видового состава и численности птиц осуществляли методом маршрутных учетов [2; 3]. Маршруты закладывали в экосистемах, находящихся на разных стадиях сукцессионного ряда. Учет птиц в экосистемах на каждой из шести стадий сукцессии проводили не менее 10 раз с 15.05 по 30.06 в ясную погоду. Места добычи корма распределяли в зависимости от яруса древостоя по девяти категориям, предпочитаемые корма (основной тип питания в первой половине лета) – по семи категориям. Названия таксонов приведены в соответствии с единым глобальным таксономическим списком AviList [4]. Расчеты проводились при помощи программных пакетов Excel (Microsoft, 2010) и PAST 4.03.

В сосновых лесах, имеющих чистый одноярусный древостой из сосны обыкновенной, иногда с примесью березы бородавчатой, дуба черешчатого, на разных стадиях сукцессии отмечено 52 вида птиц [1] – от 8 на зарастающей вырубке до 42 видов в приспевающем и спелом лесу.

Наибольшее число видов (17) в сосняках добывают корм на земле: лесной конек *Anthus trivialis* (20,5–60,3 ос/км²), лесной жаворонок *Lullula arborea* (6,2–33,0 ос/км²), зарянка *Erithacus rubecula* (5,8–32,6 ос/км²), певчий дрозд *Turdus philomelos* (4,7–17,5 ос/км²), зяблик *Fringilla coelebs* (32,3–153,7 ос/км²) и др. На первых двух стадиях сукцессии большинство видов (66,7–87,5 % видового состава, 66,8–85,5 % суммарного обилия) использует наземную кормежку, на 3–6-й стадиях их доля составляет 40,5–46,7 % видов и 66,7–80,9 % общего обилия (таблица). На древесно-кустарниковой растительности кормятся многие воробьинообразные. Кустарники и кроны деревьев используют для поиска кормовых объектов четыре вида птиц: пеночка-трещотка *Phylloscopus sibilatrix* (2,2–40,5 ос/км²), пеночка-теньковка *Ph. collybita* (3,0–18,0 ос/км²), пеночка-весничка *Ph. trochilus* (3,2–17,5 ос/км²) и большая синица *Parus major* (14,8–25,7 ос/км²). В кронах кормятся 12 видов: хохлатая синица *Lophophanes cristatus* (2,0–6,8 ос/км²), славка-черноголовка *Sylvia atricapilla* (2,3–9,1 ос/км²), серая мухоловка *Muscicapa striata* (5,6–9,0 ос/км²), мухоловка-пеструшка *Ficedula hypoleuca* (1,9–20,0 ос/км²) и др.

Таблица – Распределение птиц сосновых лесов по кормовым объектам и ярусам кормодобывания в ходе сукцессии (обилие, ос/км²)

Кормовые объекты (май – первая половина лета)	Возраст сукцессии, лет					
	1–3	4–9	10–20	30–40	60–70	80–90
Беспозвоночные	121,5	111,4	121,4	170,6	503,5	539,7
Позвоночные	0	2,1	4,9	4,4	11,4	16,5
Животные корма	0	0	0	0	2	2,8
Семена и сочные плоды	0	0	0	0	1,2	1,7
Смешанные корма (беспозвоночные, семена и сочные плоды)	50,2	53,5	12,2	6,2	16,8	19,3
Смешанные корма (беспозвоночные, вегетативные части растений)	0	0	0	0	0	0
Ярус сбора корма	1–3	4–9	10–20	30–40	60–70	80–90
Земля	114,7	142,8	112,0	103,7	303,1	315,3
Земля, кроны	0	0	0	4,9	8,3	14,4
Воздух	0	0	0	1,0	1,9	2,3
Кроны	0	2,1	4,9	31,3	91,5	105,5
Кроны, кустарники	0	0	9,2	29,6	95,5	101,7
Кустарники	57,0	22,1	12,4	5,1	5,6	6,4
Стволы	0	0	0	7,8	35,4	41,5
Количество видов	8	15	15	24	42	42
Суммарное обилие	171,7	167	138,5	183,4	541,3	587,1

Типичными древолазами, которые обследуют стволы деревьев, используя когтелазание, являются дятлы (пестрый *Dendrocopos major*

(4,8–23,6 ос/км²) и желна *Dryocopus martius* (1,1–1,3 ос/км²)), а также обыкновенная пищуха *Certhia familiaris* (5,5–5,7 ос/км²) и обыкновенный поползень *Sitta europaea* (3,0–10,9 ос/км²). Эта группа представлена в сосняках на 3–6-й стадиях сукцессии. В воздухе разыскивают и добывают корм два вида: чеглок *Falco subbuteo* (0,6–0,7 ос/км²) и обыкновенный козодой *Caprimulgus europaeus* (1,0–1,6 ос/км²).

В гнездовой период (май – первая половина лета) подавляющее большинство птиц в сосновых лесах относятся к энтомофагам: 62,5–76,9 % видового состава и 66,7–93,0 % (таблица). Спектр способов кормодобывания очень широк: здесь есть истинные собиратели (зяблик, славки), собиратели-извлекатели (синицы), проникающие собиратели (зарянка), подстерегатели (мухоловки), преследователи (пеночки) и др. В группу хищников входит пять видов птиц. Живыми позвоночными животными питаются дневные хищные птицы и черный аист *Ciconia nigra*, для ворона *Corvus corax* важной частью рациона наряду с позвоночными животными являются насекомые. Хищные птицы требуют больших индивидуальных участков, поэтому их численность невысока. Долевое участие этих двух трофических групп в суммарном обилии не превышает 3,5 %. Для первых двух стадий сукцессии характерно высокое долевое участие фитоэнтомофагов: жаворонки, коноплянка *Linaria cannabina* и серая куропатка *Perdix perdix* формируют 26,7–37,5 % видового состава и 29,2–32,0 % суммарного обилия. На последующих стадиях доля этой трофической группы значительно сокращается.

Кластерный анализ выявил значимую дифференциацию орнитокомплексов сосновых лесов по трофической структуре и ярусам добывания корма. Первый кластер объединяет начальные стадии сукцессии (до возраста 20 лет), основу орнитокомплекса составляют энтомофаги и фитоэнтомофаги, собирающие корм на земле и в кустарниках (более 60 % видов и 65 % суммарного обилия). В пределах второго кластера наиболее сходными являются орнитокомплексы приспевающих и спелых сосняков. Начиная с четвертой стадии птицы используют для кормодобывания все ярусы. В лесах возраста 60 и более лет доля птиц, питающихся на деревьях и кустарниках, составляет около 40 % видов и более 35 % суммарного обилия.

Список использованной литературы

1. Абрамова, И. В. Динамика обилия видов птиц в ходе сукцессии сосняков мшистых юго-западной Беларуси / И. В. Абрамова // Журнал общей биологии. – 2023. – Т. 84, № 3. – С. 215–228. – DOI: 10.31857/S004445962303003X.

2. Бибби, К. Методы полевых экспедиционных исследований. Исследования и учеты птиц / К. Бибби, М. Джонс, С. Мардсен. – М. : Союз охраны птиц, 2000. – 186 с.

3. Равкин, Ю. С. К методике учета птиц лесных ландшафтов / Ю. С. Равкин // Природа очагов клещевого энцефалита на Алтае. – Новосибирск, 1967. – С. 66–75.

4. AviList Core Team. 2025. AviList : The Global Avian Checklist, v2025 : [site]. – 2025. – URL: <https://doi.org/10.2173/avilist.v2025> (date of access: 15.07.2025).

К содержанию

УДК 004.02:004.5:004

**Х. Ф. БАТИРОВ, И. Ю. АБУЛФАЙЗИЕВА, С. М. СУЮНОВА,
К. Ш. НОРМАМАТОВА**

Узбекистан, Самарканд, СГУ имени Ш. Рашидова

ИЗ ИСТОРИИ СОЗДАНИЯ РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА В УЗБЕКИСТАНЕ

Аннотация. В статье рассматриваются рекреационные аспекты ландшафтов в Узбекистане. На основе наблюдений и изучения литературы сделаны соответствующие выводы, которые могут быть учтены в данной области. Особая роль отводится историческим фактам и международным сведениям, регламентирующим сферу охраны рекреационного наследия стран, в том числе Узбекистана.

Ключевые слова: рекреационный ландшафт, аридная зона, природопользование, индикатор, оптимизация.

Abstract. This article examines the recreational aspects of landscapes in Uzbekistan and, based on research and observations, draws relevant conclusions that can be taken into account in this area. Particular attention is given to historical facts and international information regulating the protection of recreational heritage in countries, including Uzbekistan.

Keywords: recreational landscape, arid zone, nature management, indicator, optimization.

Введение. В Узбекистане за последние годы значительно выросло количество научных источников по ландшафтоведению, в которых излагаются вопросы структуры, динамики, развития деятельности, устойчивости ландшафтов, относящиеся к антропогенному и прикладному ландшафтоведению. В связи с этим проблема сохранения и функционирования культурных (в том числе рекреационных) ландшафтов является весьма актуальной задачей, как и охрана естественного ландшафта в контексте биологического разнообразия [1, с. 421; 3, с. 826–829].

Ряд ученых отмечают, что в настоящее время ландшафтоведение занимается созданием научных основ для повышения эффективности взаимодействия человека и природы, разработкой методов создания ландшафтов в нашей стране. Между тем в республике также существуют охраняемые территории, в которых значительные площади занимают культурно-исторические, природные, рекреационные ландшафты [2, с. 10–19].

Развитие системы охраняемых природных территорий в Узбекистане началось в 30-е гг. прошлого столетия с создания системы заповедников, возводившихся еще со времен великого Амира Тимура в период 1378–1404 гг. как в самом городе Самарканде, так и в его окрестностях [4, с. 620; 5, с. 163–164].

Цель исследования. До настоящего времени не были выявлены исторические особенности рекреационного потенциала Узбекистана и перспективы их развития.

Изложение результатов. В условиях переходной экономики вовлечение рекреационных ресурсов в хозяйственный оборот, и прежде всего организация развития индустрии туризма и отдыха, может стать одним из направлений решения важнейших социально-экономических проблем развития республики. Так, первые упоминания о садах Тимура известны из записей историков и поэтов того времени.

Средневековый историк Хафиз Аbru в своих трудах о Самарканде упоминает, что «...возведенный раньше из глины Самарканд перестроил, возведя здания из горных камней». Парковые комплексы Амира Тимура были открыты для простых горожан, которые проводили там дни отдыха. Эти сады были в основном двух типов [7, с. 151–159].

Первый вид назывался по-тюркски «чорбог». Это геометрически прямоугольные сады, каждая сторона которых простиралась примерно на 1 км. По территории таких садов протекали четыре ручья, разделяя сад поровну на четыре части. Сад был окружен глинобитной стеной, и в четырех углах этих стен были минареты, а в центре сада расположен дворец. Ворота этого вида садов располагались, как правило, в сторону города.

Второй вид садов не имел четких геометрических сторон, располагался в естественных зарослях и оставался нетронутым. В углах этих садов располагался только небольшой дворец и несколько шатров, а также фонтаны и водоемы. Этот вид садов имел богатую растительность и животный мир. Кроме этого вида садов, в окрестностях Самарканда располагались еще несколько различных садов, впоследствии возведение и возвращение их продолжали потомки Амира Тимура.

Живописный сад «Багибаланд» – один из 12 садов Амира Тимура – был расположен на левом берегу реки Зарафшан на склоне гор Чупаната, отсюда и получил свое название. Древний сад упоминается в книге

3. Бабура «Бабурнаме». Он был построен великим Тимуром для любимой внучки Огабегим, дочери его сына Мироншаха. Ценитель всего прекрасного великий Тимур был не только жестким правителем, но и маститым зодчим по градостроительству. Об этом рассказывают местные жители, бережно хранящие историю края, знающие и передающие из поколения в поколение особый секрет выращивания местного инжира.

Таким образом, рекреационные парки отдыха стали важной частью дворцовой и городской архитектуры во времена Амира Тимура и Тимуридов. Сведения об этом содержатся в письменных источниках, таких как «Дневник испанского посла ко двору Тимура» Луи Гонзалеса де Клавихо, работы историков Шарафудина Али Язди и Ибн Арабшаха, дневники Захириддина Мухамада Бабура и др.

Широко известны были сады Герата, где правил Тимурид Хусейн Байкаро. Прославились чорбаги Алишера Навои, и, по словам Хондамира, гератские сады, открытые для простых горожан, не знали себе равных по красоте зданий и зеленых насаждений. Увлекался созданием садов и Захириддин Мухаммед Бабур и другие потомки Амира Тимура.

Выводы. Таким образом, в основе садово-паркового искусства времен Тимура и Тимуридов лежал многовековой опыт земледельцев и традиции садово-парковой архитектуры. Секреты обработки земли и выращивания растений и деревьев передавались из поколения в поколение, собирались учеными и систематизировались.

Список использованной литературы

1. Алибеков, Л. А. Эколого-географические проблемы Центральной Азии / Л. А. Алибеков ; под ред. А. Г. Бабаева. – Самарканд, 2010. – 421 с.
2. Рекреационный потенциал и перспективы развития туризма в горных регионах Узбекистана / Лапас Алибеков, Абдували Кушшаков, Фаррух Хушмуродов [и др.] // Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe : East European Scientific Journal. – 2017. – № 3 (19). – С. 10–19.
3. Гаппаров, А. Н. Рекреационные возможности развития населенных пунктов в горных районах Узбекистана / А. Н. Гаппаров // Экономика и социум. – 2025. – № 4 (131). – С. 826–829. – URL: https://rus.iupr.ru/_files/ugd/b06fdc_cce966b83fd54ca1ae5b3dbeaa27cff8.pdf?index=true (дата обращения: 15.03.2025).
4. Культурный ландшафт как объект наследия / под ред. Ю. А. Веденина, М. Е. Кулешовой. – М. ; СПб. : Ин-т наследия, 2004. – 620 с.
5. Эргашева, М. К. Эволюция и формирование концепции культурного ландшафта в Узбекистане / М. К. Эргашева // Культурно-историческое наследие и эстетика окружающей среды в свете ландшафтно-географических исследований : материалы XIV Междунар. ландшафт.

конф. (VII Мильковские чтения), Воронеж, 17–21 мая 2023 г. – Воронеж, 2023. – С. 163–164.

6. Шишкина, А. А. Культурный ландшафт: основные концепции / А. А. Шишкина // Вестник Нижегородского университета имени Н. И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. – 2011. – № 1 (21). – С. 151–157.

7. Operational Guidelines for the Implementation of the World Heritage Convention : [site]. – URL: <https://whc.unesco.org/en/guidelines/> (date of access: 12.02.2013).

К содержанию

УДК 528.8

А. Ю. БЕЛОСЛУДЦЕВА

Россия, Ижевск, Удмуртский государственный университет

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ НАЗЕМНОГО ПОКРОВА КЕЗСКОГО РАЙОНА УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ ПО СПУТНИКОВЫМ ДАНЫМ LANDSAT

Изменения наземного покрова, вызванные как природными, так и антропогенными факторами, оказывают значительное влияние на экологическое состояние территорий, биоразнообразие и социально-экономическое развитие регионов [1; 2]. Мониторинг этих изменений является ключевой задачей для обеспечения рационального природопользования и устойчивого развития. В современных условиях наиболее эффективным инструментом для решения данной задачи являются методы дистанционного зондирования Земли, позволяющие проводить многолетний анализ и строить прогнозные модели [3; 4].

Программа Landsat, функционирующая с 1972 г., предоставляет уникальный по своей продолжительности и доступности архив спутниковых данных, что делает ее незаменимым источником информации для исследований динамики земной поверхности [5; 6].

Целью данного исследования являлось определение и прогнозирование изменений в структуре наземного покрова Кезского района Удмуртской Республики на основе анализа серии разновременных спутниковых снимков Landsat.

Для достижения цели были решены следующие задачи:

1) проведена предварительная обработка снимков Landsat за 2010, 2018 и 2024 гг.;

2) выполнена тематическая классификация для создания карт наземного покрова;

3) проведен количественный анализ изменений площадей выделенных классов;

4) построена прогнозная модель динамики наземного покрова на период до 2030 г. с использованием методов машинного обучения.

Исследование проводилось на территории Кезского района, расположенного в северо-восточной части Удмуртской Республики. Площадь района составляет 2321 км². Территория характеризуется преобладанием лесных ландшафтов, представленных в основном смешанными лесами с участием сосны обыкновенной, ели сибирской, березы повислой и осины обыкновенной.

В работе использовались многозональные спутниковые снимки из архива Геологической службы США (USGS), полученные через сервис EarthExplorer. В таблице 1 приведена их краткая характеристика.

Таблица 1 – Используемые снимки

Спутник	Датчик	Дата съемки
Landsat-5	Landsat-5 TM	10 августа 2010 г.
Landsat-8	Landsat-8 OLI	24 июля 2018 г.
Landsat-8	Landsat-8 OLI	12 апреля 2024 г.

Предварительная обработка снимков, включая радиометрическую и атмосферную коррекцию (модуль QUAC), выполнялась в программном комплексе ENVI 5.2. Для визуализации и классификации использовались комбинации каналов 7-4-2 (Landsat-5) и 7-5-3 (Landsat-8), оптимальные для выделения растительности и открытых пространств.

Тематическая классификация выполнялась методом неуправляемой классификации (IsoData) с последующим выделением пяти классов наземного покрова, которые приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Тематические классы наземного покрова

Класс	Описание класса
1. Хвойные	Спелые и средневозрастные древостои с преобладанием хвойных пород: сосны обыкновенной (<i>Pinus sylvestris</i>) и ели сибирской (<i>Picea obovata</i>)
2. Лиственные	Спелые и средневозрастные древостои с преобладанием лиственных пород: березы повислой (<i>Betula pendula</i>) и осины обыкновенной (<i>Populus tremula</i>)
3. Смешанные	Спелые и средневозрастные смешанные древостои, состоящие из двух и более пород: березы, осины, сосны и ели
4. Трава	Травянистый покров, представленный многолетними травами на лугах и растительностью на землях сельскохозяйственного назначения
5. Открытые	Не покрытые растительностью (населенные пункты, песчаные карьеры, пляжи, вырубка, прогалины, пустыри)

Анализ изменений и прогнозное моделирование проводились с помощью плагина MOLUSCE (Modules for Land Use Change Evaluation) в геоинформационной системе QGIS 3.40.1. В качестве факторов, влияющих на изменения, использовались: цифровая модель рельефа (ЦМР), карта водных объектов (рассчитанная по индексу MNDWI) и карта застройки (рассчитанная по индексу NDBI). Для прогнозирования применялся алгоритм нейронных сетей (многослойный перцептрон). Точность модели оценивалась с помощью каппа-статистики, значение которой составило более 0,8.

Проведенный анализ выявил значительные изменения в структуре наземного покрова Кезского района за период с 2010 по 2024 г. (рисунок).

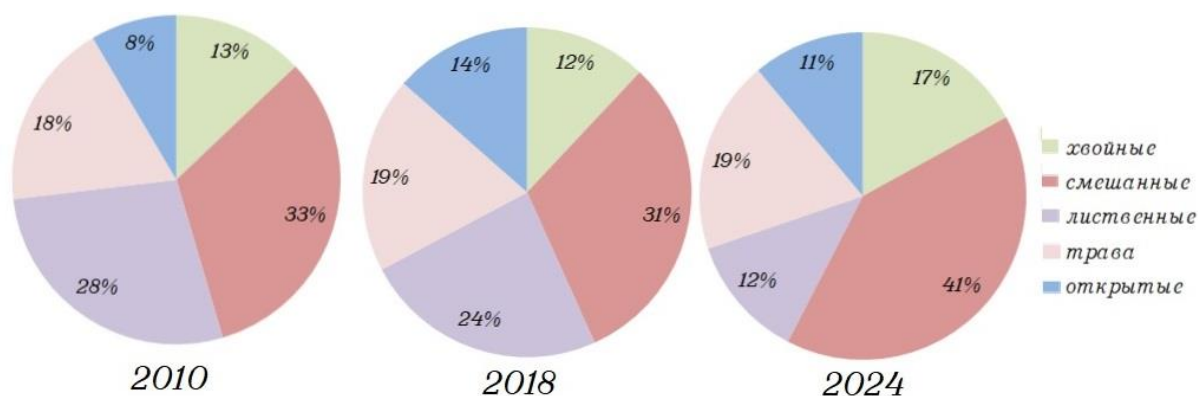


Рисунок – Диаграмма распределения площадей классов наземного покрова за 2010–2024 гг.

Наиболее распространенным классом на всей территории исследования являются смешанные леса. Их площадь в 2010 г. составляла 32,5 % от общей территории района. К 2018 г. наблюдалось незначительное сокращение (на 1,3 %), однако к 2024 г. площадь смешанных лесов увеличилась на 9 % по сравнению с 2010 г., что, вероятно, связано с естественным восстановлением растительности на ранее нарушенных территориях. Наибольшее негативное изменение зафиксировано для класса лиственных лесов, площадь которого за 14 лет сократилась на 15 %. Основной причиной является проведение лесозаготовительных работ. Площадь хвойных лесов сократилась на 1 % к 2018 г., но к 2024 г. отмечен прирост на 5 %, что свидетельствует о процессах лесовосстановления, в том числе за счет проведения лесохозяйственных мероприятий. Площадь открытых территорий (вырубки, гари) увеличилась на 5 % к 2018 г., но темпы прироста замедлились к 2024 г. (общий прирост за период составил 2,4 %).

На основе анализа изменений за период 2010–2024 гг. с помощью плагина MOLUSCE была построена прогнозная модель динамики наземного покрова на 2030 г. Согласно прогнозу, к 2030 г. продолжится тенденция сокращения площади лиственных лесов: ожидается уменьшение еще на 11 %. В то же время прогнозируется увеличение площади смешанных лесов на 8 % и хвойных лесов на 1 %. Площадь травянистой растительности может увеличиться на 7 %, в то время как доля открытых территорий сократится на 4 %, что связано с их естественным зарастанием и активным лесовосстановлением.

Проведенное исследование подтвердило высокую эффективность использования данных дистанционного зондирования Landsat в комплексе с ГИС-технологиями для мониторинга и прогнозирования изменений наземного покрова. Полученные результаты, включая серию тематических карт и количественные оценки динамики, имеют практическую значимость для органов управления лесным хозяйством, экологов и проектировщиков. Они могут быть использованы при разработке лесных планов, оценке экологических рисков и формировании стратегий устойчивого землепользования, направленных на сохранение и восстановление лесных ресурсов региона.

Список использованной литературы

1. Спутниковое картографирование растительного покрова России / С. А. Барталев, В. А. Егоров, В. О. Жарко [и др.]. – М. : ИКИ РАН, 2016. – 208 с.
2. Курбанов, Э. А. Тематическое картирование растительного покрова по спутниковым снимкам: валидация и оценка точности / Э. А. Курбанов, О. Н. Воробьев, С. А. Лежнин. – Йошкар-Ола : ПГТУ, 2015. – 132 с.
3. Лабутина, И. А. Дешифрирование аэрокосмических снимков / И. А. Лабутина. – М. : Аспект Пресс, 2004. – 184 с.
4. Тематическое дешифрирование и интерпретация космических снимков / А. Н. Шихов, А. П. Герасимов, А. И. Пономарчук, Е. С. Перминова. – Пермь : ПГНИУ, 2020. – 191 с.
5. Landsat // NASA Official : [site]. – URL: <https://landsat.gsfc.nasa.gov> (дата обращения: 16.03.2025).
6. Геологическая служба США (USGS) // EarthExplorer : [site]. – URL: <https://earthexplorer.usgs.gov/> (дата обращения: 21.02.2025).

К содержанию

УДК 581.93

М. М. ВАБИЩЕВИЧ

Беларусь, Минск, Центральный ботанический сад НАН Беларуси

БИОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА УРБАНОФЛОРЫ Г. ПИНСКА

В контексте исследования урбанофлоры экобиоморфы представляют особый интерес, поскольку «биологический спектр» любой страны, а именно процентное соотношение жизненных форм, не только служит важным индикатором почвенно-климатических и ценологических условий территорий, но и отражает совокупность адаптивных признаков растений к специфическим условиям городской среды, включая загрязнение и засоление почв, эффект «теплового острова» и другие формы антропогенного воздействия. Каждый вид вырабатывает уникальную систему эколого-биологических адаптаций, формируя тем самым собственную жизненную форму [1; 2]. В совокупности такие формы создают динамическую структуру урбанофлоры, отражающую не только текущее состояние экосистем, но и направления их дальнейшей трансформации, что особенно актуально в эпоху глобальной урбанизации.

На сегодняшний день урбанофлора Пинска насчитывает 1 096 видов сосудистых растений (аборигенный компонент – 417 видов; чужеродный, включая культивируемые растения, – 679 видов). Из этого числа спонтанная фракция флоры включает 891 самопроизвольно произрастающий вид. Соответственно, всего 205 видов отмечены только как культивируемые растения.

Биоморфологический спектр изучаемой флоры был проанализирован согласно системе жизненных форм К. Раункиера [3], которая отличается универсальностью и информативностью. Классификация по расположению почек возобновления на растении позволяет корректно интерпретировать адаптивные стратегии флоры, в том числе к условиям городской среды.

Согласно приведенным данным (таблица), абсолютное доминирование в структуре экологических ниш в изучаемой урбанофлоре принадлежит группе гемикриптофитов, составляющих 47,25 % от общего видового богатства спонтанной фракции. Подобное распределение связано с высокой экологической пластичностью представителей данной группы в условиях городской среды. Расположение почек возобновления на поверхности почвы или в ее поверхностном слое обеспечивает таким растениям, как *Echium vulgare*, *Euphorbia cyparissias*, *Glechoma hederacea*,

Campanula rapunculoides и мн. др., устойчивость к антропогенным воздействиям, а также способность к быстрому восстановлению после сезонных изменений и механических нарушений среды.

Таблица – Состав жизненных форм урбанофлоры г. Пинска

Жизненная форма по К. Раункиеру	Спонтанная флора		Аборигенная флора		Чужеродная флора		Культурная флора	
	Количество	%	Количество	%	Количество	%	Количество	%
Макрофанерофиты	31	3,48	13	3,12	18	3,80	39	10,83
Микрофанерофиты	79	8,87	25	6,00	54	11,39	107	29,72
Хамефиты	33	3,70	24	5,76	9	2,16	17	4,72
Гемикриптофиты	421	47,25	258	61,87	163	34,39	84	23,33
Криптофиты, в том числе:	77	8,64	57	13,67	20	4,22	113	31,39
– гелофиты	6	0,67	5	1,20	1	0,21	–	–
– геофиты	46	5,16	28	6,71	18	3,80	51	14,17
– гидрофиты	25	2,81	24	5,76	1	0,21	1	0,28
Терофиты	250	28,06	40	9,59	210	44,30	61	16,94
Всего	891	100	417	100	474	100	360	100

Однако следует отметить, что в экстремальных условиях промышленных зон, транспортной сети и в целом развитой городской инфраструктуры эволюционное преимущество получают однолетние травянистые растения. Данный факт подтверждается преобладанием в городской флоре адвентивного компонента (474 вида), в котором массовая доля терофитов не уступает гемикриптофитам и составляет 44,30 %. Как правило, это представители рудерально-сегетальных растений: *Panicum hillmanii*, *Avena sativa*, *Amaranthus retroflexus*, *Setaria viridis*, *Bromus hordeaceus* и нек. др., высокая семенная продуктивность которых обеспечивает им успешную конкуренцию с многолетниками.

Что касается видового разнообразия среди других биоморф, то во всех фракциях изучаемой флоры, включая культурную, прослеживается относительно равномерное распределение. Культурную флору можно охарактеризовать преобладающим числом макро- (10,83 %) и микрофанерофитов (29,72 %) по сравнению с теми же апофитами (3,12 и 6 %) и заносными видами (3,80 и 11,39 %). Данная особенность объясняется прежде всего целенаправленной и активной интродукцией древесных видов (*Abies concolor*, *Liriodendron tulipifera*, *Catalpa bignonioides*, *Juglans mandshurica* и др.) человеком. Однако общая тенденция остается неизменной: значительная часть фанерофитов из числа дичающих интродуцентов или заносных видов формально включена в эту группу, будучи

неспособной в условиях городской среды в полной мере реализовать свою фанерофитную стратегию [2]. Действительно, ряд древесных лиан (*Campsis radicans*, *Schisandra chinensis*, *Aristolochia macrophylla*) при спонтанном произрастании встречаются лишь в вегетативном состоянии.

Доля хамефитов, типичных для арктических флор, в условиях урбанизированной среды постепенно сокращается и составляет лишь 33 вида (3,7 %). Их разнообразие в основном поддерживается за счет аборигенных таксонов, входящих в состав субурбанофлоры. В их числе некоторые кустарнички (*Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Calluna vulgaris* и др.), большинство полукустарничков (*Chimaphila umbellata*, *Moneses uniflora*, *Thymus serpyllum* и др.), а также древесная лиана *Hedera helix*, имеющая культурогенное происхождение.

Криптофитов насчитывается во всей флоре 77 видов, или 8,64 %. Среди них преобладают геофиты, переносящие неблагоприятный период в почве, – 5,16 %. Как и в случае с фанерофитами, их количество во многом объясняется «сбежавшими» из культуры луковичными (*Narcissus pseudonarcissus*, *N. poeticus*, *Allium cepa*, *A. ramosum*, *Muscari botryoides* и др.) и клубневыми (*Solanum tuberosum*, *Thladiantha dubia*, *Helianthus tuberosus*) растениями.

Доля гелофитов (*Acorus calamus*, *Typha latifolia*, *Butomus umbellatus*, *Sparganium neglectum*) в составе спонтанной флоры Пинска, адаптированных к водно-болотным условиям, составляет 5,16 %, а гидрофитов (*Potamogeton gramineus*, *Nuphar lutea*, *Ranunculus aquatilis*), обитающих в водной среде, – 2,81 %.

Таким образом проведенное исследование показывает преобладание во флоре г. Пинска многолетних травянистых растений, что соответствует зональному расположению города в умеренной зоне Голарктического флористического царства. Вместе с тем отмечается высокая степень «терофитизации» флоры, являющаяся следствием не столько термоксерического характера городской среды, сколько ее экстремальности.

Список использованной литературы

1. Голубев, В. Н. Об изучении жизненных форм растений для целей фитоценологии / В. Н. Голубев // Ботанический журнал. – 1968. – Т. 53, № 8. – С. 1085–1093.
2. Ильминских, Н. Г. Флорогенез в условиях урбанизированной среды / Н. Г. Ильминских. – Екатеринбург : УрО РАН, 2014. – 470 с.
3. Raunkiaer, C. Plantetgets Livsformer og deres Betyding for geografien / C. Raunkiaer. – Kobenhavn : Nordinsk forlag, 1907. – 132 p.

К содержанию

УДК 591.13

А. Н. ВОРОНКО, О. В. ЯНЧУРЕВИЧ

Беларусь, Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

АНАЛИЗ СПЕКТРОВ ПИТАНИЯ ЗЕЛЕННЫХ ЛЯГУШЕК РОДА *PELOPHYLAX* НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Сохранение биоразнообразия в урбанизированных ландшафтах требует детального изучения параметров окружающей среды, обеспечивающих существование в городских биотопах популяций диких животных, одним из ключевых факторов которой является обеспеченность животных пищевыми ресурсами [1]. В изолированных городских биотопах изменения физико-химических характеристик воды, почвы и атмосферного воздуха вызывают существенную перестройку трофических связей и сетей, что подчеркивает необходимость их углубленного изучения [2]. Земноводные, ключевые компоненты биоценозов, являются связующим звеном трофических цепей водных и наземных экосистем, благодаря чему часто используются в качестве биоиндикаторов для экологических исследований. Это позволяет, с одной стороны, оценить степень и интенсивность воздействия неблагоприятных факторов, а с другой – проследить пространственно-временную динамику деградационных процессов в экосистемах [3].

Цель данного исследования – провести комплексный анализ спектров питания зеленых лягушек, обитающих в условиях урбанизации мелиоративных систем и естественных закрытых водоемов г. Гродно и окрестностей.

Полевые исследования проводили с апреля по сентябрь 2025 г. на территории г. Гродно и его окрестностей. Для сравнительного анализа спектров питания зеленых лягушек выбраны два модельных водоема: стационарный водоем, расположенный на территории лесопарка «Ольшанка», и мелиоративный канал, находящийся в окрестностях г. Гродно – в д. Заболоть Путришковского сельсовета Гродненского района. Описание модельных водоемов проводили по стандартизированным бланкам ведения мониторинга для земноводных, что позволило оценить экологические характеристики водоемов. Для определения степени антропогенной нагрузки на водоемы использовали балльную систему, предложенную О. В. Янчуревич [4]. Согласно полученным данным, стационарный водоем является водоемом с высокой степенью антропогенной нагрузки (22 балла), а мелиоративный канал имеет среднюю степень антропогенной нагрузки (15 баллов).

Стационарный водоем на территории лесопарка «Ольшанка» имеет естественное происхождение и площадь водной поверхности 247 м². Береговая линия ровная, дно песчано-илистое, прибрежно-прерывистый характер зарастания. Вода в данном водоеме мутная.

Мелиоративный канал общей протяженностью более 10 км представляет собой единую систему, состоящую из осушителей и собирателей, предназначенную для поддержания оптимального уровня влажности на прилегающих сельскохозяйственных территориях. Для сбора данных выделены учетные площади протяженностью в 100 м. Анализ спектров питания амфибий проводили на самом крупном участке мелиоративной системы с площадью водной поверхности 1100 м². Берег имеет спуски, при этом в некоторых участках канала – крутой. Дно представлено песчано-илистым субстратом, в состав которого входят песок и растительные остатки. Вода на данном участке канала обладает относительно высокой прозрачностью.

Анализ спектров питания производили по содержимому желудочно-кишечного тракта. Сбор земноводных осуществляли вручную или с помощью водного сачка. В каждом модельном водоеме выборка составила 20 особей зеленых лягушек. Содержимое желудка извлекали методом промывки желудочно-кишечного тракта. Определение таксономического состава пищевых комков проводили с помощью соответствующих определителей беспозвоночных животных. Далее рассчитывали относительное количество тех или иных объектов в спектре питания.

Результаты исследований показали, что спектр питания зеленых лягушек в двух модельных водоемах представлен сходными таксонами пищевых объектов, но имеются различия в количественном отношении некоторых групп. Анализ полученных результатов показал, что в спектре питания зеленых лягушек отмечены представители трех классов беспозвоночных животных: паукообразные, брюхоногие моллюски и насекомые при преобладании последних, которые составляют 87,2–100 % видового обилия пищевых объектов. Насекомые представлены восемью отрядами, наиболее многочисленны представители отрядов Hymenoptera и Hemiptera, из которых удалось определить представителей шести семейств.

В стационарном водоеме на территории лесопарка «Ольшанка» среди пищевых объектов зеленых лягушек насекомые составили 100 %. Они представлены семью отрядами: Hemiptera (15,6 %), Odonata (8,9 %), Coleoptera (13,3 %), Diptera (15,5 %), Trichoptera (6,7 %), Hymenoptera (33,3 %) и Lepidoptera (6,7 %). Отряд Coleoptera представлен тремя семействами: Dytiscidae, Coccinellidae, Gyrimidae. Отряд Hymenoptera также представлен тремя семействами: Formicidae, Apidae, Vespidae. В пищевом рационе в целом преобладают представители семейства Apidae (15,5 %).

В спектре питания зеленых лягушек мелиоративного канала 87,2 % составляют насекомые, 4,3 % – паукообразные и 8,5 % – брюхоногие моллюски. Насекомые представлены восьмью отрядами: Hemiptera (19,1 %), Odonata (19,1 %), Coleoptera (15 %), Orthoptera (4,3 %), Diptera (2,1 %), Trichoptera (10,6 %), Hymenoptera (10,6 %), Lepidoptera (6,4 %). Преобладают представители отряда Hemiptera и Odonata. Отряд Hemiptera представлен тремя семействами: Nepidae, Notonectidae, Gerridae. Отряд Odonata также представлен тремя семействами: Coenagrionidae, Aeshnidae, Libellulidae. Преобладают представители семейства Nepidae (14,9 %).

Таким образом, в целом можно отметить, что в питании зеленых лягушек исследованных водоемов основу составляют насекомые. Однако наблюдается четкая адаптация рациона земноводных к конкретным условиям среды обитания. В условиях естественного водоема с развитой прибрежной растительностью и высокой антропогенной нагрузкой зеленые лягушки преимущественно потребляют наземных насекомых, в том числе таких, как пчелы и осы, что может быть связано с рекреацией и обилием цветущих растений в прибрежной зоне. Напротив, в мелиоративной системе, несмотря на меньшую антропогенную нагрузку, при более открытой и однородной среде обитания рацион смещен в сторону водных беспозвоночных, что подчеркивает адаптивный характер питания амфибий к гидробиологическим характеристикам водоема.

Список использованной литературы

1. Спирина, Е. В. Амфибии как биоиндикационная тест-система для экологической оценки водной среды обитания : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.16 / Спирина Елена Владимировна ; Ульянов. гос. ун-т. – Ульяновск, 2007. – 23 с.
2. Вершинин, В. Л. Экологические особенности популяций амфибий урбанизированных территорий : автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 03.02.04 / Вершинин Владимир Леонидович. – Екатеринбург, 1997. – 47 с.
3. Дробенков, С. М. Сравнительная оценка трофо-функциональной роли рептилий в различных типах экосистем Беларуси : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Дробенков Сергей Михайлович ; Акад. наук Беларуси, Ин-т зоологии. – Мн., 1996. – 19 с.
4. Янчуревич, О. В. Видовой состав и структурная организация сообществ земноводных урбанизированных территорий / О. В. Янчуревич // Актуальные проблемы экологии : материалы IX Междунар. науч.-практ. конф., Гродно, 23–25 окт. 2013 г. : в 2 ч. / ГрГУ им. Я. Купалы ; редкол.: И. Б. Заводник [и др.]. – Гродно, 2013. – Ч. 1. – С. 113–115.

К содержанию

УДК 597.551.2

**Е. С. ГАЙДУЧЕНКО, Ю. И. ОХРЕМЕНКО, И. А. ЕРМОЛАЕВА,
К. Б. ЛЕВИНА, А. В. ЛЕЩЕНКО, А. С. ПОЛЕТАЕВ,
Д. Ф. КУНИЦКИЙ, А. С. СЕРГИЕВИЧ, В. К. РИЗЕВСКИЙ**
Беларусь, Минск, НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам

ИХТИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В БЕЛАРУСИ: ОТ ИСТОКОВ ДО СОВРЕМЕННОГО ЭТАПА

Первые подробные исследования видового состава рыб отдельных водных объектов и (или) речных бассейнов, расположенных в пределах современных границ Беларуси, были проведены в середине XIX в. К. Ф. Кесслером, А. Коревым, М. М. Цебриковым и позднее продолжены такими исследователями, как П. Терлецкий, А. К. Киркор, А. С. Дембовецкий и др. В первой половине XX в. информация о видовом составе рыбного населения водных объектов Беларуси появилась в трудах П. П. Семенова, В. И. Грацианова и др. Материалы вышеперечисленных и других авторов послужили основой для составления наиболее полного списка фауны рыб Беларуси, представленного доктором биологических наук, профессором П. И. Жуковым в его известном труде «Рыбы Белоруссии», изданном в 1965 г. В данной книге присутствуют сведения обо всех известных на то время видах рыб, обитающих в водных объектах Беларуси: таковых было 49.

Во второй половине XX в. в лаборатории ихтиологии активно развивается новое направление исследований – разработка биологических основ угреводства и интродукции хозяйственно ценных видов рыб (радужная форель, пелядь) в водоемы Беларуси. С 1972 г. под руководством доктора биологических наук С. В. Кохненко начаты экспериментальные работы по гормональной стимуляции полового созревания европейского угря, по результатам чего уже в 1972 г. впервые в СССР удалось получить половые продукты. По результатам проведенных лабораторией ихтиологии исследований уже в 1982 г. впервые в мировой экспериментальной практике осуществлено оплодотворение яйцеклеток и получена жизнеспособная личинка европейского угря.

После аварии на ЧАЭС с середины 1980-х гг. сотрудниками лаборатории ихтиологии (В. К. Ризевский, И. А. Ермолаева, Д. Ф. Куницкий, М. В. Плюта) проводился комплекс работ по изучению радиационного загрязнения промышленной ихтиофауны водоемов Беларуси, в ходе которого установлена видовая и сезонная динамика накопления радионуклидов в органах и тканях рыб.

Дальнейшие детальные исследования фауны рыб, проведенные сотрудниками лаборатории ихтиологии в конце XX в., позволили подтвердить обитание в водотоках Беларуси считавшихся исчезнувшими проходных видов рыб (семга *Salmo salar*, кумжа *Salmo trutta*), обитание которых находилось под сомнением (белоперый пескарь *Romanogobio belingi*). Были выявлены не установленные ранее аборигенные виды (ерш Балона *Gymnocephalus baloni*, балтийская щиповка *Sabanejewia baltica*) и обнаружен ряд чужеродных видов (ротан-головешка *Perccottus glenii*, черноморско-азовская тюлька *Clupionella cultriventris*, западный тупоносый бычок *Proterorhinus semilunaris*, пухлощекая игла-рыба *Syngnathus abaster*, голая черноморская пуголовка *Benthophilus nudus*, малая южная колюшка *Pungitius platigaster*, амурский чебачок *Pseudorasbora parva*). Установлена натурализация чужеродного понто-каспийского вида (бычок-песочник *Neogobius fluviatilis*) в новом речном бассейне Балтийского моря (р. Виляя); показано проникновение в новый морской бассейн (бассейн Черного моря) двух аборигенных в целом для Беларуси видов (колюшка трехиглая *Gasterosteus aculeatus* и колюшка девятииглая *Pungitius pungitius*).

С начала XXI в. начаты исследования (А. В. Зубей) субфоссильных остатков рыб, найденных при раскопках 21 археологического памятника датировкой от XVI–XV вв. до н. э. до XVII–XVIII вв., что позволило выявить изменения, произошедшие в видовой структуре рыбного населения водных объектов Беларуси в обозреваемый исторический период. Установлено обитание ранее на территории Беларуси вымершего к настоящему времени аборигенного вида (севрюга *Acipenser stellatus*), и изменен статус вида с аборигенного на чужеродный (сазан *Cyprinus carpio*).

С конца XX – начала XXI в. сотрудниками лаборатории ихтиологии НПЦ по биоресурсам проводится мониторинг видовой разнообразия ихтиофауны, исследования в области инвазионной биологии и сохранения редких и исчезающих видов рыб, включенных в Красную книгу Республики Беларусь. Установлены пути (способы) проникновения чужеродных видов рыб в водные объекты Беларуси и дальнейшего их распространения в пределах страны, в том числе выявлены новые маршруты взаимопроникновения рыб из бассейна Черного моря в бассейн Балтийского моря и обратно (Вилейско-Минская водная система). Оценена потенциальная инвазивность чужеродных видов рыб Беларуси, и показана более высокая степень инвазивности интродуцентов в сравнении с ауто-вселенцами. Выделена группа наиболее агрессивных чужеродных (инвазивных) видов рыб, и установлено вытеснение аборигенного вида рыб обыкновенного (или золотого) карася *Carassius carassius* интродуцированным в водоемы Беларуси серебряным карасем *Carassius auratus s.lato*.

По итогам исследований, проведенных в конце XX – начале XXI в., составлен прогноз дальнейшей трансформации видового состава рыб Беларуси, в том числе установлена группа потенциально уязвимых аборигенных видов рыб; определены чужеродные виды рыб, появление (обнаружение) которых ожидается в ближайшее время.

С 2020-х гг. лабораторией ихтиологии начаты молекулярно-генетические исследования, что позволяет проводить работы в области ДНК-штрихкодирования, филогеографии и филогенетики нативных и чужеродных видов рыб. Среди чужеродных и инвазивных видов рыб наиболее полно исследована филогеография и распространение ротаноголовешки (В. К. Ризевский, И. И. Лукина), бычка-песочника и западного тупоносого бычка (В. И. Головенчик, Е. С. Гайдученко), американского сомика (Ю. И. Охременко, Е. С. Гайдученко). Исследована филогеография, проведена реконструкция расселения трехиглой и девятииглой колюшек (Е. С. Гайдученко, Ю. И. Охременко, А. В. Махров, В. С. Артамонова и др.). Проводятся работы по актуализации таксономической принадлежности ихтиофауны: наряду с повсеместным обитанием плотвы обыкновенной (*Rutilus rutilus*) установлено обитание понто-каспийской (сибирской) плотвы (*Rutilus lacustris*), уточняется таксономическая принадлежность и реконструируются пути расселения видов семейства Вьюновые, Карповые, Рогатковые (Керчаковые) и др. По результатам проведенных исследований опубликован ряд работ в высокорейтинговых научных журналах.

С 2024 г. начаты исследования по распространению, уточнению таксономической принадлежности, филогеографии и генетическому разнообразию миног, обитающих в водных объектах Беларуси и на трансграничных участках (А. С. Сергиевич, Е. С. Гайдученко, А. С. Полетаев и др.). Активно ведётся разработка технологий искусственного воспроизводства редких и исчезающих видов рыб, включенных в Красную книгу Республики Беларусь. Так, например, разработана технология искусственного воспроизводства кумжи – краснокнижного вида лососевых рыб (А. С. Полетаев), что позволило уже на протяжении нескольких лет проводить расселение молоди кумжи в пригодные для обитания водотоки бассейна р. Вилии.

На период с 2026 по 2030 г. основные усилия лаборатории ихтиологии будут направлены на установление видовой структуры ихтиофауны водотоков III категории (малые реки, длиной до 200 км) и прогнозирование дальнейшего развития ихтиофауны, а также на разработку комплекса мер по минимизации негативного воздействия чужеродных видов рыб на аборигенную ихтиофауну.

К содержанию

УДК 595.421-591.69.9

Т. А. ГРАНКОВСКАЯ

Беларусь, Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

ЭНТОМОЛОГИЧЕСКОЕ СЛЕЖЕНИЕ КАК СПОСОБ КОНТРОЛЯ ЧИСЛЕННОСТИ ИКСОДОВЫХ КЛЕЩЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ Г. ГРОДНО

Территория Беларуси является юго-западной границей распространения *Ixodes persulcatus* (Schulze, 1930) и центром ареала *Ixodes ricinus* (Linnaeus, 1758). В результате интенсивной антропогенной трансформации природных комплексов на фоне климатических флуктуаций в последние десятилетия происходят изменения границ обитания, численности иксодовых клещей и проявления эпидемиологической активности природных очагов клещевого вирусного энцефалита и болезни Лайма [1; 2]. В настоящее время доказано, что клещи многих видов передают возбудителей этих болезней нескольким последующим своим поколениям, способствуя сохранению инвазии в природе [3].

Рекогносцировочные обследования территорий г. Гродно проводятся в рамках ежегодного энтомологического слежения в течение всего сезона активности иксодовых клещей ежедекадно (с марта по ноябрь) с целью определения фенологических показателей: видовой идентификации, даты обнаружения первых и последних клещей в природе, даты обнаружения первых и последних клещей на маршруте, начала и окончания массовой активности, пиков численности, периода активности за сезон, а также выявления заселенных территорий и определения показателя численности иксодовых клещей на различных территориях и др.

На обследуемых участках (маршрутах) г. Гродно клещей собирали по стандартной методике – на энтомологический флаг (т. е. на отрез (60 × 100 см) однотонной светлой вафельной ткани), протаскивая развернутый флаг по растительности перед собой или сбоку, проводя осмотр флага через каждые 20 шагов. Показателем численности является среднее количество клещей на 1 флаго-километр маршрута. Доминирующим видом в сборах с растительности при рекогносцировочных обследованиях на территории г. Гродно является *Ixodes ricinus* с 85 % и *Dermacentor reticulatus* с 15 % от общей численности. С 2019 по 2024 г. сезон активности клещей увеличился до 9,5 месяца (наименьший – 8 месяцев – был в 2022 г., наибольший – 9,5 месяца – в 2024 г.).

Клещи обнаруживались во всех лесных массивах, расположенных на территории города (в урочищах Пышки, Лососно, Форт, Грандичи,

лесопарке «Румлево» и др.), на пустырях, в парках, в зонах отдыха, расположенных в лесных массивах, на территории набережных рек Неман и Лососянка в г. Гродно. За последние пять лет самый высокий показатель численности иксодовых клещей в пик активности в лесных массивах, расположенных на территории г. Гродно, наблюдался в 2021 г. и составил 9,0 экземпляра на флаго-километр, наименьший в 2019 г. – 6,0 экземпляра на флаго-километр. Превышение численности клещей выше нормируемого показателя (0,5 экземпляра на флаго-километр), является объективным показателем для проведения акарицидных (противоклещевых) обработок на таких территориях [4].

Следует отметить, что зоны отдыха населения в г. Гродно (урочище Лососно, лесопарк «Румлево», урочище Пышки, тропа «Здоровье», озеро Юбилейное, урочище Форт и др.) расположены на территории лесных массивов, не подлежащих обязательной акарицидной обработке, и имеют высокую рекреационную и антропогенную нагрузку. Они активно используются населением для неорганизованного отдыха, выгула домашних животных, не отделены от лесных массивов границами. Характеризуются наличием мышевидных грызунов, оседлых птиц, являющихся мощным фактором поддержания численности иксодовых клещей, перелетных птиц как возможных переносчиков клещей в другие районы и на обработанные территории. На этих территориях в сезон активности клещей сохраняется высокий уровень численности иксодид (от 3 до 35 экземпляров на флаго-километр). Таким образом, сохраняется постоянный как пассивный, так и активный занос переносчиков клещевых инфекций на обработанные территории в течение всего сезона, что подтверждается результатами энтомологического слежения. На обрабатываемых территориях при энтомологическом обследовании не обнаруживаются места гнездования (выплода) клещей. Вместе с тем единичные находки клещей представлены, как правило, нимфами различных возрастов и имаго.

Контроль эффективности проводимых мероприятий и анализ полученных результатов подтвердили их целесообразность и положительный эффект. Проведенные обработки позволяют добиться значительного снижения численности популяции переносчиков клещевых инфекций и снижения числа лиц, обратившихся в организации здравоохранения по поводу присасывания клещей на данных территориях. Так, например, после проведения акарицидных обработок в зонах отдыха г. Гродно (урочище Лососно, лесопарк «Румлево», урочище Пышки с тропой «Здоровье», озеро Юбилейное и др.) численность клещей не превышала нормируемый показатель в 0,5 экземпляра на флаго-километр, при котором необходимо проводить повторную обработку. В большинстве случаев численность клещей в зонах отдыха в течение эпидсезона после обработки, по данным

проведенных контрольных энтомологических обследований (через 5 и 35 суток) и с учетом остаточного действия применяемых препаратов, составляла 0 экземпляров на флаго-километр. Случаи обращения граждан в организации здравоохранения по поводу укусов клещами с обработанных территорий не зарегистрированы.

Таким образом, данные о фенологии иксодовых клещей, полученные в результате энтомологического слежения, используются при проведении санитарно-противоэпидемических мероприятий по контролю численности иксодовых клещей. Проведение благоустройства и акарицидных обработок как неспецифическая профилактика клещевых инфекций на территории города позволяет на протяжении ряда лет снижать показатель численности иксодовых клещей на данных территориях в эпидемический сезон (ниже нормируемого), предотвращает присасывание клещей-переносчиков к людям, исключает массовое обращение граждан в организации здравоохранения с укусами клещей с данных территорий. Она не отменяет специфическую профилактику, но может эффективно ее дополнять для болезни Лайма и других связанных с клещами инфекций, от которых отсутствуют вакцины, тогда значение проведения акарицидных обработок, особенно в очагах инфекции, значительно возрастает. Также при проведении противоклещевых мероприятий и оценке их значимости для здравоохранения и ветеринарной медицины необходимо учитывать, что возбудители болезней животных и человека связаны с двумя видами широко распространенных пастбищных иксодовых клещей (*Ixodes ricinus* и *Dermacentor reticulatus*).

Список использованной литературы

1. Особенности проявления природных очагов клещевых инфекций на территории Карелии и Беларуси / Л. А. Беспятова, Е. И. Бычкова, М. М. Якович, С. В. Бугмырин // Природные ресурсы. – 2018. – № 1. – С. 91.
2. Филиппова, Н. А. Фауна СССР. Новая серия, № 114. Паукообразные. Т. 4. Вып. 4. Иксодовые клещи подсемейства Ixodinae / Н. А. Филиппова. – Л., 1977. – 396 с.
3. Арахноэнтомозные болезни животных : монография / А. И. Ятусевич, В. М. Каплич, И. А. Ятусевич [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2019. – 304 с.
4. Санитарные нормы и правила «Требования к организации и проведению санитарно-противоэпидемических мероприятий, направленных на профилактику заболеваний, передаваемых иксодовыми клещами» : утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь от 7 дек. 2012 г. № 192. – URL: <http://https://pravo.by/document> (дата обращения: 17.10.2025).

К содержанию

УДК 551.583.13(476.7)

О. И. ГРЯДУНОВА, В. А. ПТАШИЦ

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

ОСОБЕННОСТИ РЕЖИМА УВЛАЖНЕНИЯ Г. БРЕСТА В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Вопросы глобального изменение климата уже более трех десятков лет волнуют не только метеорологов и климатологов, но и гидрологов, экологов, биологов, инженеров. Осадки играют ключевую роль в жизни экосистем и биоразнообразия региона, изменения в их количестве могут влиять на водные ресурсы и привести к увеличению частоты и интенсивности наводнений или засух. Для городского планирования и управления необходимо учитывать изменения в количестве осадков, так как это позволит более эффективно разрабатывать меры по защите инфраструктуры. В настоящее время становится все более актуальной в градостроительстве концепция городов-«губок». Эта модель предполагает создание городской среды, способной удерживать дождевую воду, что особенно важно в условиях изменяющегося климата и участившихся ливней. Вместо традиционного подхода, ориентированного на быстрый отвод воды, архитекторы и градостроители интегрируют зеленые насаждения и водопроницаемые поверхности, чтобы снизить риск наводнений и одновременно пополнять запасы воды для дальнейшего использования.

Цель исследования – анализ динамики и трендов количества осадков за 1975–2024 гг., оценка влияния климатических изменений на их распределение и интенсивность, что позволит разработать рекомендации для адаптации местного управления водными ресурсами, минимизации рисков, связанных с экстремальными погодными явлениями, и поддержания устойчивого развития города.

В Бресте инструментальные метеорологические наблюдения ведутся с 1834 г. Среднегодовое количество осадков составляет около 600 мм. В наиболее дождливом 1974 г. выпало 854 мм, а в наиболее сухом 1971 г. – 379 мм. Около 70 % осадков приходится на теплый (апрель – октябрь) период (рисунок). Годовые минимумы осадков чаще всего приходятся на зимние месяцы (декабрь – февраль), но из-за мягкой зимы и циклонов минимумы могут приходиться и на другие месяцы. Годовые максимумы чаще всего приходятся на летние месяцы (июль, июнь), когда идут ливни и грозы. Самый влажный месяц – июль (среднемесячное количество 76 мм), самый сухой – февраль (среднемесячное количество 33 мм). В отдельные годы экстремальные ливни выпадали также в мае и сентябре.

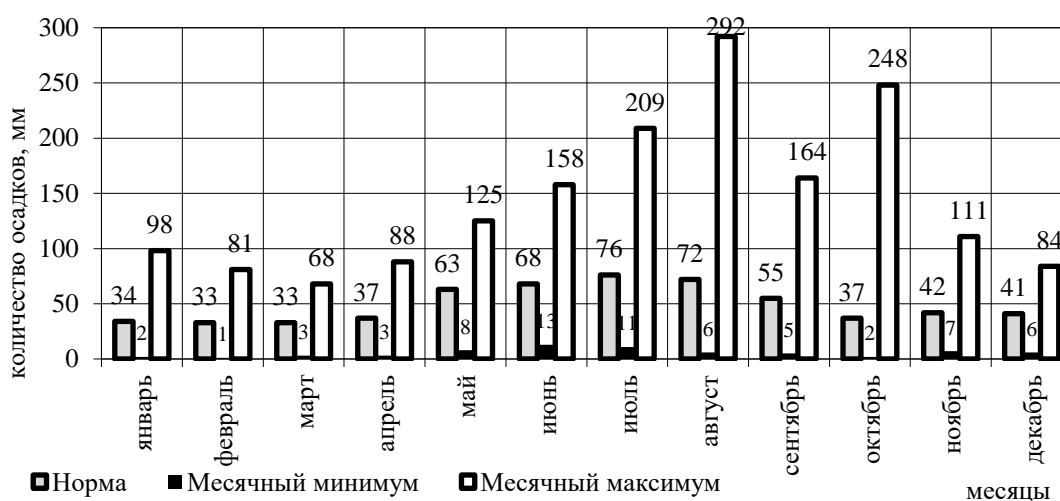


Рисунок – Количество осадков на метеостанции Брест

Абсолютный рекорд месячной суммы осадков зафиксирован в августе 2006 г. – 292 мм (это более трех месячных норм). Суточный максимум осадков 85,8 мм был зарегистрирован в 1974 г. Суточные экстремумы обычно составляют 60–75 мм, а в отдельные годы превышают 80 мм. Наибольшее суточное количество осадков наблюдается в летнее время, с июня по август, т. е. в месяцы выпадения максимального количества осадков в году. Как видно из таблицы 1, за рассматриваемый период в августе 2006 г. наблюдается суточный максимум 74 мм.

Таблица 1 – Наибольшие и наименьшие месячные суммы осадков

Месяц	Наблюденный максимум		Наблюденный минимум	
	мм	год	мм	год
I	97,6	1979	1,9	1997
II	81,0	1996	1,1	1976
III	66,6	2009	6,7	1982
IV	88,2	1999	2,7	2009
V	125,0	2014	8,1	2000
VI	153,5	2009	13,2	1994
VII	176,7	2000	5,3	1994
VIII	292,0	2006	6,2	2015
IX	161,7	2010	4,7	2002
X	102,6	2009	1,1	1983
XI	103,9	2010	12,7	1978
XII	84,4	1982	12,7	2007
Год	770,5	2010	409	2003

В июле один раз в пять лет можно ожидать суточный максимум 38 мм и более, а один раз в 20 лет – 66 мм и более. В зимние месяцы, когда

общее влагосодержание мало, максимумы осадков сравнительно не велики и составляют в среднем 13 мм. В зимнее время суточный максимум осадков не превышает 30 мм. В январе один раз в пять лет суточный максимум превысит 8 мм, а один раз в 20 лет будет 13 мм и более.

По данным исследований, за последние два десятилетия амплитуда колебаний (дисперсия) месячных осадков значительно увеличилась – с 702 (1946–1963 гг.) до 1527 (2000–2024 гг.). Особенно высокая изменчивость наблюдается летом (июнь, июль, август). В некоторые месяцы (апрель, октябрь, ноябрь) дисперсия увеличилась в 2–7 раз. В летние месяцы часто происходит чередование избыточно влажных и засушливых периодов, что приводит к высокой неравномерности выпадения осадков.

При анализе данных об осадках большой интерес представляет распределение осадков различной величины (таблица 2). В Бресте в среднем формируется 140 дней с осадками 0,1 мм и более. Максимальное количество дней с осадками 0,1 мм и более наблюдалось в годы с повышенной влажностью. Так, в 2010 г. в этот период число дней с осадками было выше среднего (160 дней). Минимальное количество дней с осадками 0,1 мм и более отмечалось в сухие годы: в 2003 г. число дней с осадками было значительно ниже среднего (120). Годовой ход продолжительности осадков противоположен годовому ходу их количества. Суммарная продолжительность осадков зимой почти в четыре раза больше, чем летом.

Таблица 2 – Число дней с осадками различной величины

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
< 0,1 мм	5	6	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6
> 0,1 мм	10	9	11	12	13	14	13	12	11	10	9	9
> 0,5 мм	8	7	9	10	11	12	11	10	9	8	7	6
> 1,0 мм	6	5	7	8	9	10	9	8	7	6	5	4
> 5,0 мм	3	2	3	4	5	6	5	4	3	3	2	1
> 10,0 мм	1	1	1,5	2	3	4	3	2	1,5	1	0,8	0,5
> 20,0 мм	0,5	0,3	0,5	0,7	1	1,5	1	0,7	0,5	0,4	0,3	0,2
> 30,0 мм	0,2	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,5	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1

В Бресте регистрируются осадки в жидком (134 дня), в твердом (42 дня) и смешанном (26 дней) виде. Зима (декабрь – февраль) характеризуется преобладанием твердых осадков (снег, мокрый снег), при этом снег может выпадать и в ноябре, и в марте. Весной и осенью наблюдается значительное количество смешанных осадков (дождь со снегом). Летом (июнь – август) осадки преимущественно жидкие – ливневые дожди. В годовом балансе около 10–13 % осадков твердые, 75–78 % – жидкие и 10–12 % – смешанные.

Из вышеизложенного следует, что выявлен небольшой тренд увеличения годового количества осадков, увеличилась амплитуда колебаний месячных сумм осадков, что свидетельствует об увеличении числа дней с экстремальным количеством осадков или их отсутствием. При выпадении ливневых осадков в центральной части Бреста возникает эффект подтопления территории, поэтому необходимо рассмотреть целесообразность введения экспериментальных площадок-«губок».

К содержанию

УДК 663.1:582.28:637

**Е. А. ДАВЫДОВСКАЯ, Е. С. МИНАКОВА, Е. Е. ПАВЛОВА,
В. М. КОЦУР, Д. Д. ЖЕРНОСЕКОВ**

Беларусь, Витебск, ВГУ имени П. М. Машерова

ФЕРМЕНТАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ КСИЛОТРОФНЫХ ГРИБОВ СЕВЕРА БЕЛАРУСИ

Ключевые слова: ксилотрофные грибы, молокосвертывающая активность, лакказная активность.

Keywords: xylophilic fungi, milk-clotting activity, laccase activity.

Введение. Ксилотрофные грибы представляют собой большую гетерогенную группу, которую отличает способность использовать древесину в качестве питательного субстрата. В природе эти грибы растут на мертвой древесине, обладают высокой адаптивностью и специфической устойчивостью к вредителям и болезням, поэтому их можно выращивать в искусственных условиях на сельскохозяйственных отходах. Ксилотрофные грибы издавна используются для получения препаратов с ценными пищевыми, медицинскими и биотехнологическими свойствами. Эти грибы являются важным компонентом лесных экосистем севера Республики Беларусь: ряд видов (вешенка обыкновенная (*Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm., 1871) и трутовик серно-желтый (*Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill, 1920)) съедобны, а другие могут быть использованы как источники биологически активных веществ.

Цель работы – исследование лакказной и молокосвертывающей активности ксилотрофных грибов, распространенных на севере Беларуси.

Материалы и методы. В качестве объектов исследования были выбраны плодовые тела следующих видов: трутовик ложный осиновый (*Phellinus tremulae* (Bondartsev) Bondartsev & P. N. Borisov (1953)), траметес жестковолосистый (*Trametes hirsuta*) (Wulfen) Lloyd, 1924,

трутовик окаймленный (*Fomitopsis pinicola* (Sw.) P. Karst, 1881), инонотус скошенный (чага) (*Inonotus obliquus* (Ach. ex Pers.) Pil., 1942), а также сыроежка розовая (*Russula rosea*). Плодовые тела всех грибов были собраны в смешанном лесу в окрестностях железнодорожной станции Лучеса (1 км на юг от г. Витебска).

Кроме того, нами рассмотрена ферментативная активность культуральной жидкости вешенки. Исходный штамм *Pleurotus ostreatus x floridanus*, гибрид (*P. Ostreatus x P. florida*) 462 был предоставлен ГНУ «Институт леса Национальной академии наук Беларуси» из коллекции грибов. Глубинное культивирование проводили в течение 14 суток с использованием картофельно-сахарозной среды при температуре 27 °С на шейкере-инкубаторе (70 об/мин). Культуральную жидкость отделяли от мицелия фильтрованием и использовали как источник ферментов.

Для исследования ферментативной активности из плодовых тел изучаемых грибов готовился гомогенат с использованием 0,01 М ацетатного буфера с рН 4,7. Клеточная стенка грибов разрушалась методом замораживания-оттаивания. Гомогенаты после оттаивания центрифугировали 20 минут при 10 000 об/мин (TG16G). В полученных супернатантах определяли молокосвертывающую и лакказную активности.

Молокосвертывающая активность определялась по методу, описанному в работе [1], а лакказную активность определяли так, как указано в работе [2].

Результаты и их обсуждение. Среди исследуемых грибов была выявлена молокосвертывающая активность у плодовых тел *Pleurotus ostreatus* и *Fomitopsis pinicola*. Начало образования молочного сгустка в обоих случаях наблюдалось на 25-й минуте. Общая молокосвертывающая активность препарата составила 6,25 ед/см³. При добавлении активаторов активность препарата возрастала до 40 ед/см³. Полученные сгустки имели тонкий грибной аромат, а также характерный грибной вкус, в котором отсутствовала горечь, что свидетельствует о невысокой общей протеолитической активности (это важно при использовании ферментного препарата в пищевой промышленности). После внесения ферментного препарата, полученного из сыроежки розовой, в инкубационную смесь отмечается изменение цвета молока с белого на светло-розовый.

Во всех исследуемых препаратах было подтверждено наличие лакказной активности, что соотносится с литературными данными [3].

При исследовании лакказной активности в пробах *Phellinus tremulae* фиксировалось изменение прозрачности образцов, что снижало достоверность полученных результатов.

Молокосвертывающая активность культуральной жидкости *Pleurotus ostreatus x floridanus* составила $12 \pm 0,03$ ед/см³, лакказная активность – $16,28 \pm 0,02$ ед/мг.

Заключение. Полученные результаты позволяют предложить использование как плодовых тел *Pleurotus ostreatus* и *Fomitopsis pinicola*, так и ферментных препаратов, полученных методом глубинного культивирования *Pleurotus ostreatus* x *floridanus* в пищевой промышленности в качестве альтернативных источников молокосвертывающего фермента для замены дорогостоящего сычужного фермента животного происхождения. При этом предпочтение следует отдавать тому способу, который будет в наибольшей степени удовлетворять потребности производителя.

Ферментные препараты ксилотрофных грибов с высокой лакказной активностью целесообразно использовать в области биоремедиации, например для очистки сточных вод или обесцвечивании синтетических красителей.

Список использованной литературы

1. Павлова, Е. Е. Ферментативная активность культуральной жидкости *Pleurotus ostreatus* / Е. Е. Павлова, А. В. Вашневская, П. А. Суворова // Молодость. Интеллект. Инициатива : материалы XIII Междунар. науч. конф. студентов и магистрантов, Витебск, 25 апр. 2025 г. : в 2 т. / Витеб. гос. ун-т ; редкол.: Е. Я. Аршанский (гл. ред.) [и др.]. – Витебск : ВГУ им. П. М. Машерова, 2025. – Т. 1. – С. 149–151.
2. Бикташев, Р. У. Метод определения лакказной активности / Р. У. Бикташев // Ветеринарный врач. – 2018. – № 2. – С. 54–56.
3. Baldrian, P. Increase of laccase activity during interspecific interactions of white-rot fungi / P. Baldrian // FEMS Microbiology Ecology. – 2004. – Vol. 50, № 3. – P. 245–253.

К содержанию

УДК 632.15

А. А. ДОРОШУК, Н. С. СТУПЕНЬ

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ ДИОКСИДА СЕРЫ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ Г. БРЕСТА ЗА ПЕРИОД 2022–2024 ГГ.

Актуальность. В Республике Беларусь проблема загрязнения воздуха диоксидом серы особенно актуальна для промышленных регионов, где расположены крупные предприятия, выбрасывающие значительные объемы этого вещества в атмосферу. К таким предприятиям относятся тепловые электростанции, предприятия химической и нефтеперерабатывающей

промышленности, металлургии. Недостаточное внедрение современных технологий очистки выбросов и устаревшее оборудование усугубляют ситуацию, способствуя накоплению загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы. Во время вулканических извержений диоксид серы может подниматься на значительные высоты, где попадает под воздействие глобальных воздушных потоков, способных транспортировать его на тысячи километров от источника. Мониторинг концентрации диоксида серы в атмосферном воздухе является важной частью обеспечения качества атмосферного воздуха и экологической безопасности. Он позволяет оперативно реагировать на превышение допустимых норм и принимать меры по снижению загрязнения.

Диоксид серы (SO_2) – это бесцветный газ с резким удушливым запахом, который образуется при сжигании серосодержащих веществ. Относится к 3-му классу опасности. При вдыхании может вызывать кашель, удушье, отек легких и даже смерть, особенно у людей с заболеваниями дыхательной системы, такими как астма и бронхит. Диоксид серы является парниковым газом и может способствовать изменению климата. Это один из основных загрязнителей атмосферы, способствующих образованию кислотных дождей и смога. Кислотные дожди негативно влияют на окружающую среду, разрушая экосистемы, загрязняя водоемы, ускоряя коррозию зданий и сооружений.

В Беларуси действуют нормативы по содержанию диоксида серы в атмосферном воздухе. Контроль за выбросами SO_2 осуществляется Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды.

Цель – осуществить мониторинг уровня содержания диоксида серы в атмосферном воздухе г. Бреста в 2022–2024 гг. для оценки воздействия на окружающую среду.

Материалы и методы. В качестве материалов исследования использовались данные Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь за 2022–2024 гг. Методы – анализ и статистическая обработка данных.

Результаты исследований. Содержание диоксида серы (SO_2) в атмосферном воздухе Бреста в 2022–2024 гг. представлено в таблице [1].

Таблица – Содержание диоксида серы (SO_2) в атмосферном воздухе г. Бреста в 2022–2024 гг.

Наименование показателя	Среднегодовое значение предельно допустимой концентрации (ПДК), мкг/м ³	Среднегодовая концентрация, мкг/м ³		
		2022 г.	2023 г.	2024 г.
Диоксид серы (SO_2)	50	44	33	21

Анализ результатов измерения диоксида серы (SO_2) показал, что за весь анализируемый период данный показатель в пробе атмосферного воздуха г. Бреста не превышал значения предельно допустимой концентрации, что свидетельствует об эффективном контроле этого загрязняющего вещества (рисунок).

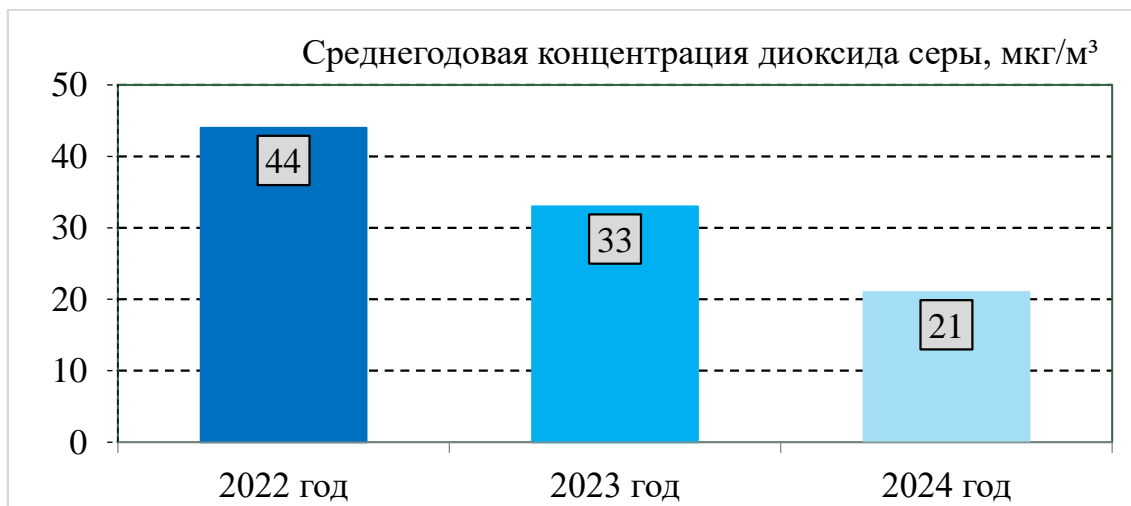


Рисунок – Содержание SO_2 в атмосферном воздухе г. Бреста за период 2022–2024 гг.

С 2022 г. наблюдается ежегодное снижение содержания данного показателя в атмосферном воздухе г. Бреста. В 2022 г. была зафиксирована наиболее высокая концентрация этого показателя за весь период наблюдений – 44 мкг/м³, или 88 % от предельно допустимой концентрации. В 2024 г. содержание диоксида серы в атмосферном воздухе г. Бреста снизилось более чем в два раза по сравнению с 2022 г.

За анализируемый период уровень диоксида серы снизился с 44 мкг/м³ до 21 мкг/м³. В 2024 г. уровень анализируемого показателя составил 42 % от предельно допустимой среднегодовой концентрации. Причина этого заключается в сокращении выбросов загрязняющих веществ объектами хозяйственной деятельности. Снижение выбросов диоксида обусловлено комплексом мер, реализуемых на государственном уровне и на уровне предприятий. Среди наиболее значимых факторов выделяются модернизация промышленных предприятий, внедрение современных технологий очистки дымовых газов. Так, компания BREMOR внедрила в производственный процесс солнечные станции. Это помогло снизить выбросы парниковых газов на 2700 т в год. Система рекуперации и использование электротранспорта в компании «Савушкин продукт» снижают выбросы загрязняющих веществ за год на 723 т, а на автозаправочных станциях «Белоруснефть» внедрена система рекуперации паров топлива.

Превышений среднегодового значения предельно допустимой концентрации диоксида серы в Бресте за анализируемый период не зафиксировано.

Заключение. В ходе анализа уровня диоксида серы в атмосферном воздухе г. Бреста за 2022–2024 гг. установлено, что его уровень не является постоянным, наблюдается положительная динамика снижения, что является результатом целенаправленных мер по улучшению экологической ситуации в республике. В целом содержание диоксида серы в анализируемом периоде соответствовало предельно допустимой концентрации, установленной нормативными документами, при которой обеспечивается экологическая безопасность. Это позволяет сделать вывод о том, что общее состояние атмосферного воздуха по содержанию диоксида серы достаточно благополучное.

Список использованной литературы

1. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь : [сайт]. – Мн., 2025. – URL: <http://www.pravo.by> (дата обращения: 09.10.2025).

К содержанию

УДК 595.794

А. О. ДУДКИНА

Беларусь, Минск, БГУ

ПЧЕЛИНЫЕ (HYMENOPTERA: APOIDEA) – ПОСЕТИТЕЛИ ВАСИЛЬКОВ (CENTAUREA LINNAEUS, 1753) В УСЛОВИЯХ РАЗЛИЧНЫХ БИОТОПОВ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «НАРОЧАНСКИЙ»

Пчелиные (Hymenoptera: Apoidea) обеспечивают процесс опыления многих цветковых энтомофильных растений. Большая часть покрытосеменных растений, произрастающих на территории Национального парка «Нарочанский», являются энтомофильными и нуждаются в насекомых для осуществления перекрестного опыления [1].

В качестве модельных растений были выбраны василек луговой (*Centaurea jacea* L.) и василек шероховатый (*Centaurea scabiosa* L.), похожие периодом цветения, строением и окраской соцветий. Эти растения распространены по всей территории Беларуси и повсеместно встречаются на территории Национального парка «Нарочанский» [2; 3].

Василек луговой (*Centaurea jacea* L.) и василек шероховатый (*Centaurea scabiosa* L.) – многолетние травянистые растения, относящиеся к семейству Астровые (Asteraceae) и цветущие с июня по август [4].

Сбор перепончатокрылых проводился вручную в 2021–2023 гг. в условиях различных биотопов на территории Национального парка «Нарочанский» и в его окрестностях, в дни с погодными условиями, позволяющими насекомым активно посещать соцветия модельных растений. Сбор насекомых осуществлялся на восьми стационарах: окрестности д. Тюкши; вблизи оз. Рудаково; окр. д. Теляки; на берегу оз. Мястро; окр. д. Богатки; окр. д. Воронцы (сборы с соцветий *Centaurea jacea* L.); окр. д. Шишки (сборы с соцветий *Centaurea scabiosa* L.); окрестности усадьбы Наносы (сборы с соцветий *C. jacea* L., *C. scabiosa* L.).

Часть материала для исследований была предоставлена сотрудником Национального парка «Нарочанский» А. А. Шейко. Насекомых помещали в полипропиленовые пробирки объемом 1,5 и 4 мл для хранения, в дальнейшем монтировали энтомологическую коллекцию. Таксономическую принадлежность коллектированных перепончатокрылых устанавливали по определительным ключам [5; 6].

Относительное обилие рассматриваемых в работе видов было оценено с использованием 5-балльной логарифмической ограниченной сверху шкалы, предложенной Ю. В. Песенко [7]. Общий объем сборов составил 70 экземпляров пчелиных, относящихся к 14 видам и 5 семействам. Структура рассматриваемых энтомокомплексов, а также относительное обилие и доли в соответствующих выборках отдельных видов пчелиных представлены в таблице.

Таблица – Видовой состав и относительное обилие пчелиных (Hymenoptera: Apoidea) – посетителей соцветий василька лугового (*Centaurea jacea* L.) и василька шероховатого (*Centaurea scabiosa* L.) в условиях Национального парка «Нарочанский»

Вид перепончатокрылого	Василек луговой (<i>Centaurea jacea</i> L.)			Василек шероховатый (<i>Centaurea scabiosa</i> L.)		
	Количество	Id, %	В, балл	Количество	Id, %	В, балл
<i>I</i>	2	3	4	5	6	7
Семейство Apidae						
<i>Bombus terrestris</i> (L.)	1	3	1	10	31	4
<i>Bombus lucorum</i> (L.)	1	3	1	3	9	2
<i>Bombus vestalis</i> (Geof.)	2	5	1	–	–	–
<i>Bombus bohemicus</i> S.	1	3	1	–	–	–
<i>Bombus hupnorum</i> (L.)	2	5	1	–	–	–
<i>Bombus lapidarius</i> (Linn.)	1	3	1	3	9	2
<i>Bombus pascuorum</i> (Scop.)	3	8	2	2	6	1
<i>Bombus subterraneus</i> (Linn.)	–	–	–	1	3	1

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7
Семейство Andrenidae						
<i>Andrena hattorfiana</i> (Fabr.)	1	3	1	–	–	–
Семейство Melittidae						
<i>Dasypoda hirtipes</i> (Fabr.)	25	67	5	–	–	–
Семейство Halictidae						
<i>Halictus sexcinctus</i> (Fabr.)	–	–	–	2	6	1
<i>Halictus seladonius</i> (Fabr.)	–	–	–	1	3	1
<i>Halictus maculatus</i> Sm.	–	–	–	2	6	1
Семейство Megachilidae						
<i>Megachile lagopoda</i> (L.)	–	–	–	9	27	4
Всего особей	37			33		

Исходя из данных таблицы, видовые составы энтомокомплексов пчелиных на соцветиях василька лугового (*Centaurea jacea* L.) и василька шероховатого (*Centaurea scabiosa* L.) сильно различаются. Общими для двух модельных растений оказались всего четыре вида шмелей: *B. terrestris* (L.), *B. lucorum* (L.), *B. lapidarius* (Linn.) и *B. pascuorum* (Scop.). Представители этих видов – широко распространенные полилекты, отмеченные во многих точках учетов опылителей в Национальном парке «Нарочанский» [8].

В выборке посетителей василька лугового критериям доминантности соответствовали пчелы *Dasypoda hirtipes* (Fabr.). Это обычный для энтомофауны Беларуси полилектичный вид, представители которого посещают широкий спектр цветковых растений. Многочисленными для выборки посетителей василька шероховатого являлись *Bombus terrestris* (L.) и *Megachile lagopoda* (L.). Присутствие разных доминантных и многочисленных видов в энтомокомплексах посетителей различных видов васильков может способствовать высокой эффективности семенного воспроизводства каждого из рассматриваемых модельных растений ввиду слабого перекрытия видовых составов посетителей, способных выступать в качестве опылителей.

Список использованной литературы

1. Базы геоданных биоразнообразия флоры Национального парка «Нарочанский»: материалы III Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 7–9 окт. 2015 г. / Нац. акад. наук Беларуси; редкол.: В. В. Титок (гл. ред.) [и др.]. – Мн., 2015. – С. 126–129.

2. Актуальные проблемы охраны животного мира в Беларуси и сопредельных регионах: материалы I Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 15–18 окт. 2018 г. / НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам; редкол.: А. В. Кулак (гл. ред.) [и др.]. – Мн., 2018. – С. 402–407.

3. Определитель высших растений Беларуси : учеб. пособие для студентов биол. специальностей вузов / Т. А. Сауткина Д. И. Третьяков Г. И. Зубкевич [и др.] ; под ред. В. И. Парфенова. – Мн. : Дизайн-ПРО, 1999. – 471 с.

4. Махлаюк, В. П. Лекарственные растения в народной медицине / В. П. Махлаюк ; под. ред. Г. С. Назарова. – Саратов : Приволж. кн. изд-во, 1967. – 547 с. – URL: <https://bibliotekar.ru/lekarstvennye/2/2.htm> (дата обращения: 25.10.2025).

5. Определитель насекомых европейской части СССР / под общ. ред. Г. Я. Бей-Биенко, М. Н. Никольской. – Л. : Наука, Ленингр. отд-ние, 1978. – 584 с.

6. Gokcezade, J. Feldbestimmungsschlüssel für die Hummeln Deutschlands, Österreichs und der Schweiz / J. Gokcezade. – Leipzig : Quelle & Mayer, 2010. – 48 s.

7. Песенко, Ю. А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях / Ю. А. Песенко. – М. : Наука, 1982. – 288 с.

8. Шейко, А. А. Видовой состав и биотопические группы шмелей (*Bombus* Latr. S.L.) в Национальном парке «Нарочанский» / А. А. Шейко, С. В. Буга // Природные ресурсы. – 2023. – № 1. – С. 70–76.

К содержанию

УДК 504.748

В. А. ЖИГУЛЬСКАЯ, О. В. ЯНЧУРЕВИЧ
Беларусь, Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

ВИДОВОЙ СОСТАВ ВОДНЫХ И ОКОЛОВОДНЫХ ЖИВОТНЫХ ОЗЕР ЗАКАЗНИКА РЕСПУБЛИКАНСКОГО ЗНАЧЕНИЯ «ВЫДРИЦА»

Актуальность. Водоемы представляют собой высокопродуктивные биологические системы, отличающиеся значительным биоразнообразием. Неоднородность условий обитания на ограниченной территории способствует формированию разнообразных экологических ниш, в которых различные виды животных и растений не только сосуществуют, но и демонстрируют высокую степень адаптации к конкретным условиям среды.

Особо охраняемые природные территории, и в частности заказники, играют важную роль в сохранении биологического разнообразия и охране водных экосистем. Заказник республиканского значения «Выдрица» имеет международный статус Рамсарской территории и входит в Национальную

экологическую сеть Республики Беларусь. Здесь расположены 26 озер и 23 болотных массива [1], поэтому проведение мониторинга и оценка видового состава водных и околоводных позвоночных и беспозвоночных животных является актуальной.

Цель работы – выявление видового состава водных и околоводных позвоночных и беспозвоночных животных-гидробионтов, а также оценка экологического состояния модельных водоемов заказника республиканского значения «Выдрица».

Материал и методы. Сбор материала проводили в июле и августе 2025 г. на территории заказника «Выдрица», вблизи д. Искра (Светлогорский район, Гомельская область, Республика Беларусь). В качестве стационаров выбрали два озера – оз. Кривое (Озеро 1) и лесное (Озеро 2). Для каждого водоема определяли степень антропогенной нагрузки по методике О. В. Янчуревич. Озеро 1 имеет низкую степень антропогенной нагрузки (7 баллов). Наблюдается прибрежно-прерывистое зарастание береговой линии, а также мелководья (*Typha angustifolia* L., 1753, *Ceratophyllum* L., 1753). Озеро 2 аналогично имеет низкую степень антропогенной нагрузки (4 балла) [2]. Наблюдается сплошное зарастание береговой линии и мелководья (*Salix fragilis* L., 1753, *Carex* L. (1753), *Nuphar lutea* (L.) Sm., *Ceratophyllum* L., 1753). Для экологической оценки качества водной среды производили расчет индекса Майера [3].

Сбор беспозвоночных животных-гидробионтов осуществляли вручную или с помощью сачка с водной поверхности, толщи воды, а также с поверхности грунта. Таксономическую принадлежность объектов устанавливали по определителям. Сбор водных позвоночных животных проводился при помощи сачка, а также визуально и по голосам.

Результаты и обсуждение. В ходе проведенного исследования на Озере 1 выявлено 25 видов беспозвоночных животных-гидробионтов. Видовой состав гидробионтов представлен моллюсками (35 %), членистоногими (61 %), кольчатыми червями (4 %).

Моллюски в основном представлены группой брюхоногих (69 %), в меньшей степени – двустворчатыми (31 %). Среди брюхоногих моллюсков представители трех отрядов: Pulmonata, Stylommatophora, Heterostropha, а двустворчатых – Unionida.

Членистоногие представлены насекомыми и ракообразными. Среди ракообразных выявлены *Asellus aquaticus* (Linnaeus, 1758) и *Amphipoda* Latreille, 1817. Наиболее многочисленными оказались представители класса Insecta (61 %). Выявлены представители следующих отрядов: Hemiptera, Coleoptera, Diptera, Odonata, Ephemeroptera.

Среди обитателей чистых вод отмечены личинки поденок (*Ephemeroptera* Hyatt et Arms, 1891) и двустворчатые моллюски (*Unio*

pictorum (Linnaeus, 1758), *Unio crassus* Philipsson, 1788, *Anodonta cygnea* (Linnaeus, 1758)). К организмам средней чувствительности отнесли три группы беспозвоночных: личинки стрекоз (*Chalcolestes viridis* (Vander Linden, 1825), *Enallagma cyathigerum* (Charpentier, 1840)), 2 семейства моллюсков: катушки (*Bathyomphalus contortus* (Linnaeus, 1758), *Planorbarius corneus* (Linnaeus, 1758)), живородки (*Viviparus viviparus* Linnaeus, 1758, *Viviparus contectus* (Millet, 1813)) – и бокоплав (*Amphipoda* Latreille, 1817). Среди обитателей загрязненных вод выделены три индикаторные группы: пиявки (*Erpobdella octoculata* (Linnaeus, 1758)), прудовики (*Lymnaea stagnalis* (Linnaeus, 1758)), водяной ослик (*Asellus aquaticus*).

Индекс Майера [3] на Озере 1 составил 17 баллов, что свидетельствует о 2-м классе качества вод и незначительной загрязненности.

В Озере 2 выявлено 20 видов беспозвоночных животных-гидробионтов. Видовой состав гидробионтов представлен моллюсками (35 %) и членистоногими (65 %).

Моллюски представлены группой брюхоногих, относящихся к 2 отрядам: Pulmonata, Stylommatophora. Членистоногие Озера 2, выявленные нами, представлены насекомыми и ракообразными. Среди ракообразных выявлены отряды Amphipoda, Decapoda и Isopoda. Наиболее многочисленными оказались представители класса Насекомые (65 %). Имеются представители отрядов Hemiptera, Coleoptera, Diptera, Odonata, Ephemeroptera, Lepidoptera.

Для оценки экологического состояния водоема рассчитан индекс Майера [2]. Среди обитателей чистых вод отмечены личинки поденок (*Ephemeroptera* Hyatt et Arms, 1891). К организмам средней чувствительности отнесли три группы беспозвоночных: личинки стрекоз (*Chalcolestes viridis* (Vander Linden, 1825) и др.), моллюски-живородки (*Viviparus viviparus* Linnaeus, 1758, *Viviparus contectus* (Millet, 1813)) и бокоплав (*Amphipoda* Latreille, 1817). Среди обитателей загрязненных вод выделены две индикаторные группы: прудовики (*Lymnaea stagnalis* (Linnaeus, 1758)), водяной ослик (*Asellus aquaticus*).

Индекс Майера составил 11 баллов. Озеро 2, таким образом, имеет 3-й класс качества вод и является умеренно загрязненным.

Озера находятся на расстоянии 3,4 км друг от друга и сходны по гидробиологическим характеристикам, поэтому фаунистический состав позвоночных животных во многом сходен.

Земноводные представлены комплексом европейских зеленых лягушек (*Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771) и *Pelophylax esculentus* (Linnaeus, 1758)). Также был выявлен один вид из семейства Bufonidae – *Bufo bufo* Linnaeus, 1758 г. Пресмыкающиеся представлены одним отрядом Squamata и тремя семействами – ужеобразные (*Natrix natrix* (Linnaeus, 1758),

настоящие ящерицы (*Lacerta agilis* Linnaeus, 1758), веретеницевые (*Anguis fragilis* Linnaeus, 1758). Из птиц были отмечены виды из отрядов Gruiformes, Anseriformes, Passeriformes, Pelecaniformes, Charadriiformes, Ciconiiformes, Podicipediformes. Также выявлено поселение бобра *Castor fiber* Linnaeus, 1758.

Выводы. Таким образом, исследованные стационарные водоемы заказника республиканского значения «Выдрица» имеют 2-й и 3-й классы качества вод и являются незначительно или умеренно загрязненными.

Список использованной литературы

1. Янчуревич, О. В. Морфобиологический анализ батрахофауны различных районов Гродненской области / О. В. Янчуревич, Е. М. Рабковская // Веснік Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 5, Эканоміка. Сацыялогія. Біялогія. – 2023. – Т. 13, № 3. – С. 130–138.

2. Заказник республиканского значения «Выдрица» : [сайт]. – URL: <https://zakaznik-vydritsa.by> (дата обращения: 06.10.2025).

3. Индекс Майера : [сайт]. – URL: <https://helpiks.org/6-27873.html> (дата обращения: 15.10.2025).

К содержанию

УДК 628.01

В. А. ЖУК, И. В. БУЛЬСКАЯ

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОЗНАНИЯ УЧАЩИХСЯ ЧЕРЕЗ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ МАЛЫХ РЕК ПОВЕРХНОСТНЫМ СТОКОМ С АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Вода является жизненно важным ресурсом, определяющим возможность существования человека. Качество питьевой воды, поставляемой через системы центрального водоснабжения, характеризуется существенной вариабельностью. В составе водопроводной воды могут находиться пестициды, гербициды, тяжелые металлы и другие ксенобиотики, оказывающие негативное влияние на здоровье человека [1]. Кроме того, водная среда может служить переносчиком патогенных микроорганизмов – возбудителей кишечных инфекций, таких как брюшной тиф, дизентерия и холера [2].

Современная экологическая ситуация требует особого внимания к вопросам охраны водных ресурсов. Малые реки, являясь важным элементом природных экосистем, особенно уязвимы к антропогенному

воздействию. Одним из значимых источников загрязнения водных объектов является поверхностный сток с территории автомобильных дорог. Во время дождей с проезжей части в водоемы попадают тяжелые металлы (свинец, цинк, кадмий – образуются при износе шин и тормозных колодок), хлориды, нефтепродукты (бензол, стирол, толуол – поступают от протекающего транспорта) [1]. Интенсивность поступления загрязняющих веществ зависит от таких факторов, как интенсивность движения транспорта, характер дорожного покрытия, количество атмосферных осадков, рельеф местности [2].

Экологическое образование школьников в настоящее время приобретает особую значимость в решении задач охраны окружающей среды. Практико-ориентированный подход в изучении экологии позволяет не только усвоить теоретические знания, но и сформировать активную гражданскую позицию.

В рамках изучения темы «Вода и растворы в жизнедеятельности человека», предусмотренной программой 9-го класса, значительное внимание уделяется проблеме сохранения качества водных ресурсов в условиях антропогенного воздействия [3]. Формирование экологической грамотности учащихся предполагает осознание личной ответственности за состояние окружающей среды через принятие решений в повседневной жизни.

Для учащихся 9-го класса исследование данной темы представляет особый интерес, так как позволяет:

- 1) изучить на практике основные экологические понятия и закономерности;
- 2) овладеть простыми методами экологического мониторинга;
- 3) понять взаимосвязь между деятельностью человека и состоянием окружающей среды.

Для проведения исследования выбирают реку, которая находится вблизи автомобильных дорог. Затем изучают местность для сбора первичной информации. Схема отбора проб включает в себя место стока с дороги, участок на расстоянии 100–200 м дальше по течению.

В рамках учебного исследования учащимся предлагается выполнить комплекс лабораторных работ по оценке физических характеристик водной среды. Определение мутности воды проводится методом визуальной нефелометрии: пробы отбираются в мерные цилиндры и сравниваются со стандартной калибровочной шкалой мутности. Для детекции нефтепродуктов на поверхности воды применяется метод визуального наблюдения, основанный на идентификации характерных оптических эффектов: радужных пленок и разводов, образующихся вследствие интерференции света в тонких слоях нефтяной пленки.

Проводят опыт на определение содержания хлоридов в воде. Хлориды определяют титрованием пробы анализируемой воды нитратом серебра в присутствии хромата калия как индикатора. В результате выпадает белый осадок хлорида серебра, после чего добавляют индикатор до появления красновато-оранжевого осадка хромата серебра. Следует подчеркнуть, что в регламентированных концентрациях хлорид-ионы не представляют прямой угрозы для здоровья. Тем не менее их наличие может свидетельствовать о попадании в воду других, потенциально опасных загрязняющих веществ. В связи с этим мониторинг концентрации хлоридов является необходимым элементом комплексной оценки качества воды.

Важным этапом исследования является определение рН водной среды. Для проведения измерений рекомендуется применять универсальную индикаторную бумагу, которая позволяет визуально оценить кислотно-основные характеристики проб. Красный цвет лакмусовой бумаги означает кислую среду, синий – щелочную, а зеленый – нейтральную.

Проведение исследований позволяет получить наглядные данные о влиянии автомобильных дорог на водные экосистемы, что соответствует целям экологического образования школьников [3]. Примерами таких наглядных результатов могут являться увеличение мутности воды вблизи автомобильных дорог, повышенное содержание хлоридов, смещение рН в щелочную среду.

На основе полученных данных школьники могут составить карту-схему распределения загрязняющих веществ, оценить степень влияния автомобильной дороги на качество воды, предложить мероприятия по снижению негативного воздействия. Исследование конкретного источника загрязнения в своей местности делает экологическую проблему осязаемой для ученика, что повышает мотивацию к изучению химии и экологии, переводя знания из абстрактной плоскости в личностно значимую. Проведение экологических исследований становится для школьников не просто школьным заданием, а формированием экологической культуры. Учащиеся учатся использовать знания по химии в сочетании с реальной жизнью; овладевают научным опытом – от полевых наблюдений до лабораторных анализов, получая бесценный и запоминающийся опыт; учатся видеть и анализировать тонкие механизмы влияния человеческой деятельности на, казалось бы, нетронутые природные системы; осознают, как ежедневные действия людей находят свое отражение в состоянии местных водоемов.

Процессы накопления загрязняющих веществ в донных отложениях позволяют наглядно продемонстрировать системный характер экологических проблем. Через межпредметные связи с химией, биологией, географией

школьники открывают важный экологический принцип: локальное загрязнение, передаваясь по трофическим цепям, способно создавать долгосрочную угрозу для всей экосистемы и здоровья человека, даже когда видимые признаки загрязнения в воде отсутствуют. Знакомство с экологическими проблемами родной местности пробуждает интерес к поиску путей решения проблемы. Реки, парки, скверы становятся личной ответственностью каждого.

Благодаря таким исследованиям учащиеся понимают, для чего им нужны знания по химии и как их можно применить в реальной жизни для решения важных проблем. А также после таких практических занятий появится желание рассказать окружающим о более эффективном методе решения экологической проблемы. Разработка интегративной модели экологического образования, синтезирующей методы полевого химического анализа, биоиндикации и социального проектирования, может стать эффективным способом формирования у школьников целостного экологического мировоззрения на основе изучения локальных антропогенных воздействий.

Список использованной литературы

1. Лазарева, Г. А. Оценка поступления загрязняющих веществ в водохранилище с поверхностным стоком / Г. А. Лазарева, Н. А. Шахова, О. В. Анисимова. – М. : Наука, 2018. – 156 с.

2. Методы гидроэкологических исследований : пособие для учителей. – СПб. : Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2019. – 112 с.

3. Экологический практикум для школьников / под ред. Н. В. Добрецовоной. – М. : Академия, 2020. – 128 с.

К содержанию

УДК 582.475:581.43:631.462

П. Ю. КОЛМАКОВ¹, Д. Д. ЖЕРНОСЕКОВ²

¹Беларусь, Минск, БГУ

²Беларусь, Витебск, ВГУ имени П. М. Машерова

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТОНКИХ КОРНЕЙ ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ ПО ПОЧВЕННОМУ ПРОФИЛЮ

Введение. Ель европейская как растительный компонент бореальных лесов по площади занимает 4-е место, уступая лиственнице, сосне и березе. В лесотундре основная масса корней сосредоточена на глубине

до 20–30 см, в средней тайге – до 30–40 см, в хвойно-широколиственной зоне – до 40–50 см [1]. Средняя же глубина залегания функциональной части корневой системы ели в бореальных лесных биомах достигает 10–20 см [2].

Цель исследования – оценить взаимосвязь биомассы микоризных корневых окончаний ели европейской с толщиной почвенного профиля в различных экологических условиях.

Для достижения цели были поставлены следующие **задачи**: выявить степень взаимосвязи между мощностью почвенного профиля и содержащейся в нем биомассой тонких корней; объяснить возможную причину распределения биомассы тонких корней по почвенным горизонтам.

Материал и методы исследования. Использовалась методика пробных площадей в еловых ассоциациях естественного и искусственного происхождения в натуральных своих границах. Отбор проб производили стальным цилиндром на глубину примерно 20 см в проекции крон ели европейской. Разбор тонких корней осуществлялся по почвенным горизонтам. Материал фиксировался в 70 %-м спирте. Статистический анализ выполнен при помощи программного пакета StatPlus [3].

Результаты и их обсуждение. Общий химический анализ почвы показал значительное превышение содержания железа, меди и цинка в импактной зоне по сравнению с фоновой, что является откликом влияния антропогенных факторов на формирование физико-химических свойств почвенного профиля. Анализ рН почвы профилей выявил существенные различия в значениях фоновой и импактной зон. Фоновая зона с наибольшим функционалом и биомассой микоризных корневых окончаний ели европейской имеет стабильно более кислую (низкую) рН среды почвы, обусловленную своим органолептическим составом (суберина, лигнина, лигноцеллюлозы и целлюлозы), подкисляющим верхний почвенный горизонт. Это говорит о важном функционально-физиологическом значении верхних почвенных горизонтов A_d и A_1 , сформированных уже под влиянием не только абиотических, но и биотических факторов: блока аэробных микроорганизмов, функционала микоризных корневых окончаний, подстилочных и гумусовых сапротрофов, ксилотрофов, почвенных беспозвоночных.

При анализе выборок из фоновой зоны не было обнаружено достоверной корреляционной связи между толщиной почвенного горизонта и измеренной биомассой тонких корней в нем (рисунки 1–3). Если анализировать почвенный профиль $A_d + A_1$ с содержанием наибольшей биомассы тонких корней, то коэффициент корреляции Пирсона ($R = 12$) будет статистически мал (рисунок 1). В почвенном горизонте A_d , где содержится основная биомасса тонких корней, просматривается наибольшая

корреляционная связь ($R = 0,36$), но и этот показатель все же достоверно статистически мал (рисунок 2).

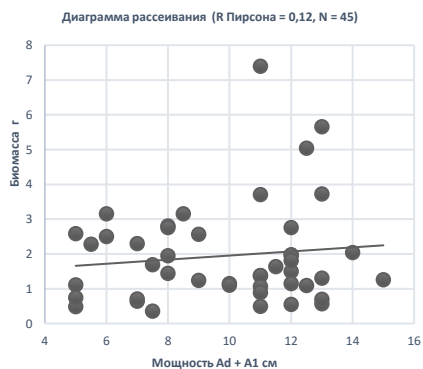


Рисунок 1 – Взаимосвязь биомассы тонких корней и мощности почвенного профиля в фоновой зоне

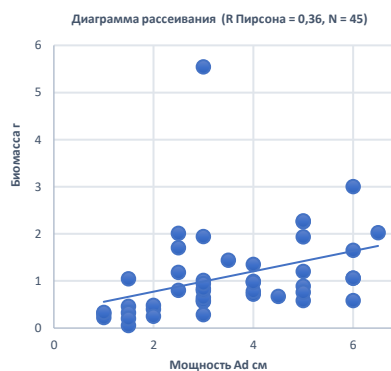


Рисунок 2 – Взаимосвязь биомассы тонких корней и мощности A_d горизонта почвенного профиля в фоновой зоне

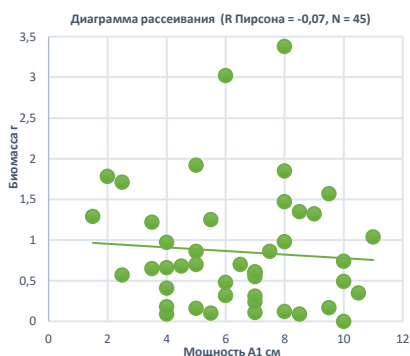


Рисунок 3 – Взаимосвязь биомассы тонких корней и мощности A_1 горизонта почвенного профиля в фоновой зоне

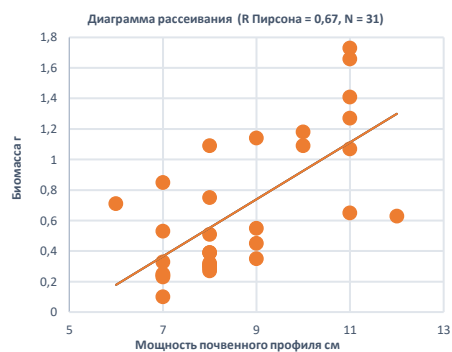


Рисунок 4 – Взаимосвязь биомассы тонких корней и мощности почвенного профиля в импактной зоне

В импактной зоне на нарушенных почвах с уплотненным, плохо аэрируемым почвенным профилем весь отобранный материал микоризных корневых окончаний содержался в одном почвенном горизонте A_n . Коэффициент Пирсона показывает более сильную взаимосвязь данных ($R = 0,67$) на фоне пониженной биомассы тонких корней и, по-видимому, слабой функциональной деятельности гетеротрофного блока микроорганизмов и грибов из других трофических групп. Доля вклада в деструкцию биополимеров и в формирование почвенного профиля эктомикоризным грибным компонентом, скорее всего, возрастает (рисунок 4).

Заключение. В результате проведенных исследований выявлено, что не существует достоверной корреляционной взаимосвязи между мощностью почвенного профиля и содержащейся в нем биомассой микоризных корневых окончаний.

Наибольшую биомассу тонких корней ели европейской содержит биогеоценотический A_d горизонт.

В формировании почвенного профиля, помимо эктомикоризного компонента, принимают участие другие биотические и абиотические факторы среды, создающие также условия для разложения суберина, лигнина, лигноцеллюлозы и целлюлозы.

Ель европейская в консортивных взаимоотношениях с грибным компонентом из эколого-трофической группы «микоризообразователи» вместе с сапротрофным блоком организмов и грибов из других эколого-трофических групп формирует верхний A_d горизонт, обладающий движущей силой изменения местообитаний и трансформации сообществ, особенно вблизи границ сплошного распространения ели европейской на севере в лесотундре и на юге в Евразийской таежной зоне.

Список использованной литературы

1. Биологическая устойчивость еловых лесов различного происхождения (на примере Горецкого лесхоза) / Т. Л. Барсукова, А. А. Гомолко, Я. К. Игнатъев [и др.] // Ботаника (исследования) : сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники НАН Беларуси, Ботан. о-во. – Мн., 2024. – Вып. 54. – С. 151–159.

2. Read, D. Mycorrhizal fungi as drivers of ecosystem processes in heathland and boreal forest biomes / D. Read, J. Leake, O. Peres-Moreno // Canadian Journal of Botany. – 2004. – Vol. 82. – № 8. – P. 1243–1263.

3. AnalystSoft: StatPlus для Windows : [site]. – Walnut, 2025. – URL: <https://www.analystsoft.com/ru/products/statplus/> (date of access: 02.02.2026).

К содержанию

УДК 911.2

Д. М. КУЧМА, И. В. ОКОРОНКО

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

КЛЮЧЕВЫЕ ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ ДРОГИЧИНСКОГО РАЙОНА

Дрогичинский район расположен в юго-западной части Брестской области Беларуси. На западе граничит с Кобринским районом, на севере –

с Березовским районом, на востоке – с Ивановским, на юге – с Любешовским районом Волинской области Украины [1]. Протяженность территории с севера на юг – 41 км, с запада на восток – 51 км. Насчитывается 133 населенных пункта, район делится на 11 сельских советов. Город Дрогичин – районный центр. Имеется городской поселок Антополь, 13 агрогородков. Население района составляет 32,9 тыс. человек, из которых 14,7 тыс. проживает в г. Дрогичине, 1,4 тыс. – в г. п. Антополь. Район богат разнообразными природными и географическими объектами, которые играют важную роль в его природном, культурном и хозяйственном развитии.

Цель данного исследования – выделить ключевые географические объекты Дрогичинского района и дать им характеристику.

На территории Дрогичинского района находится Днепровско-Бугский канал, который соединяет бассейны Днепра и Вислы [2]. Это важная транспортная артерия не только для Брестской области, но и для всей республики. Днепровско-Бугская магистраль является одним из реальных интеграционных путей в экономике Европы. Также это памятник отечественного достижения в области гидротехнических сооружений.

Днепровско-Бугскому каналу более 100 лет. Как свидетельствуют документы, первые работы по строительству судоходного канала в бассейне Днепра и Буга начались в 1775 г. Фактически только к концу 1840-х гг. удалось ввести в строй канал. Еще недавно Днепровско-Бугский канал работал на полную мощь. По нему транспортировали руду из Украины на Запад, силезский уголь на Восток, а также многие промышленные товары. В настоящее время канал перестал быть важной транспортной магистралью Республики Беларусь.

Днепровско-Бугский канал является частью сообщения Днепр – Висла – Одер и в перспективе может служить водной артерией для международной торговли. В перспективе реальным становится сквозное судоходство маршрутом Буг – Висла – Балтийское море. К 2010 г. Европейский экономический союз планировал открыть водный путь от Варшавы вниз по Висле, реконструировав при этом канал Висла – Одер.

Проплывая по Днепровско-Бугскому каналу, в месте впадения в него Белозерского канала, около д. Селище, можно наблюдать бифуркацию, которая возникла в результате неясно выраженного водораздела. Именно здесь часть воды направляется к Днепру и Черному морю, а часть к Висле и Балтийскому морю. Возле д. Селище построена смотровая вышка высотой 20 м, с которой можно наблюдать за окрестностями.

С давних времен человечество интересовали фигура и размеры Земли. Решением этой задачи занялись ученые прошлого. В середине XIX в. самым протяженным и точным из всех измерений фигуры Земли

стало измерение Русской дуги меридиана, более известной под названием Дуга Струве. В 1816 г. на территории бывшей Виленской губернии Российской империи военные геодезисты начали работы по так называемой тригонометрической съемке, т. е. закладке сети координационных пунктов, которые затем использовались для создания точных топографических карт [3]. Она создавалась с целью определения параметров Земли, ее формы и размера.

На Брестчине геодезические пункты Дуги Струве расположены на самых высоких отметках Белорусского Полесья – в Дрогичинском районе в д. Белин, где проходит водораздел рек Балтийского и Черного моря, и Ивановском районе возле деревень Осовница, Чекоцк и Ляховичи.

Особую ценность для истории науки и техники представляют те пункты измерения дуги меридиана, на которых, кроме тригонометрических измерений, выполнялись также и астрономические наблюдения для определения широты и азимута. Это пункты Белин (один из 13 наиболее важных пунктов Дуги Струве), Бездеж, Лясковичи, а также еще два пункта – Осовница и Чекуцк, между которыми по земле было измерено расстояние с помощью железных жезлов.

Геодезическую Дугу Струве внесли в Список Всемирного наследия ЮНЕСКО. В списке ЮНЕСКО в настоящее время числится 812 всемирных ценностей – признанных «чудес света». Единственное из них геодезическое чудо – это Дуга Струве.

Биологический заказник республиканского значения «Званец» образован в 1996 г. на территории Дрогичинского и Кобринского районов [4]. Это крупнейшее в Европе низинное болото мезотрофного типа, сохранившееся в естественном состоянии. Болото Званец характеризуется наличием участков разной обводненности и большого количества минеральных островов разной высоты со сложным и разнообразным почвенным покровом. В заказнике произрастают 644 вида растений. В составе фауны установлено обитание 29 видов млекопитающих, 110 видов птиц, 5 видов рептилий, 9 амфибий, 214 видов водных и 580 наземных беспозвоночных. На болоте Званец зарегистрировано значительное число видов животных, занесенных в Красную книгу Беларуси: 21 вид птиц, 2 вида млекопитающих, 1 – рептилий, 15 – наземных и 3 вида водных беспозвоночных. Кроме того, на территории заказника обитают 30 видов птиц, имеющих европейский охранный статус. На территории заказника 67 видов высших сосудистых растений, требующих различных форм охраны (23 вида охраняемых; 4 вида, требующих профилактической охраны и рационального использования; 29 видов относятся к редким и исчезающим в пределах Полесского региона).

Республиканский биологический заказник «Споровский» образован с целью сохранения уникальных мезотрофных низинных болот, эталонных участков болотно-луговых и лесных угодий с комплексами редких и исчезающих видов растений и животных, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь [5]. Заказник «Споровский» – первая территория в Республике Беларусь, получившая международный статус охраны Рамсарского угодья. На территории заказника «Споровский» также находится одноименное озеро. Споровские болота дошли до нас практически в первозданном виде, что позволило сохраниться многим исчезающим видам растений, животных и птиц, включая вертлявую камышевку – самую редкую певчую птицу Европы. Растительный мир заказника очень разнообразен – более 600 видов сосудистых растений, что составляет около 35 % произрастающих в республике. 20 видов занесены в Красную книгу Республики Беларусь. Также заказник богат и разнообразен своей фауной. Заказник «Споровский» является территорией, важной для птиц. Всего в его пределах отмечено 123 вида гнездящихся птиц, из которых 32 занесены в Красную книгу Республики Беларусь.

Республиканский ландшафтный заказник «Радостовский» представляет собой достаточно крупный лесоболотный массив, включающий участки низинных и переходных болот, встречаются переувлажненные ольховые и березовые леса и дубравы. Ранее такая растительность была на Полесье, однако к настоящему времени практически не сохранилась. На северо-западе к заказнику примыкает республиканский ландшафтный заказник «Званец». В заказнике выявлены 7 видов дикорастущих растений, включенных в Красную книгу Республики Беларусь: осока теневая, пыльцеголовник красный, венерин башмачок настоящий, скерда мягкая, зубянка клубненосная, касатик сибирский, любка зеленоцветковая, а также 13 видов животных: гребенчатый тритон, болотная черепаха, черный аист, скопа, малый и большой подорлик, чеглок, коростель, серый журавль, большой кроншнеп, филин, белоспинный дятел, зеленый дятел.

Список использованной литературы

1. О районе // Дрогичинский районный исполнительный комитет : [сайт]. – URL: <https://drogichin.brest-region.gov.by/ru/2004-12-01-004144-2000001203--ru> (дата обращения: 10.10.2025).

2. Мухавец. Энциклопедия малой реки / Нац. акад. наук Беларуси, Полес. аграр.-экол. ин-т ; А. А. Волчек, В. Н. Яромский, Н. В. Михальчук, М. Ю. Калинин. – Брест : Академия, 2005. – 346 с.

3. Мкртычян, В. В. Геодезическая дуга Струве: путь к всемирному познанию / В. В. Мкртычян ; ОО «Земельная реформа». – Мн. : И. П. Логвинов, 2013. – 268 с.

4. Заказники // Государственное учреждение культуры «Дрогичинская районная централизованная библиотечная система» : [сайт]. – URL: <https://bibldrog.by/zakazniki> (дата обращения: 11.10.2025).

5. Республиканский биологический заказник «Споровский» : [сайт]. – URL: <http://sporava.by/> (дата обращения: 11.10.2025).

К содержанию

УДК 595.794

М. А. ЛОМАКО

Беларусь, Минск, БГУ

ШМЕЛИ (*BOMBUS LATR.*) – ПОСЕТИТЕЛИ СОЦВЕТИЙ СПИРЕИ ЯПОНСКОЙ (*SPIRAEA JAPONICA*) НА ТЕРРИТОРИИ ПАРКОВЫХ ЗОН Г. МИНСКА

Парковые зоны г. Минска – излюбленное место посещения для опылителей цветковых растений. Высадка в парках различных насекомоопыляемых растений привлекает антофильных насекомых, обеспечивая их необходимыми пищевыми ресурсами. Шмели (*Bombus Latr.*) являются одними из наиболее эффективных опылителей для цветковых энтомофильных растений [1]. Анализ структуры и динамики сообществ посетителей соцветий различных декоративных растений дополнит имеющиеся данные о трофических связях между этими растениями и аборигенными антофильными насекомыми.

В качестве модельного растения нами была выбрана спирея японская (*Spiraea japonica*), часто используемая в озеленении многих парковых зон г. Минска. Спирея японская – это кустарник, имеющий соцветия типа щиток или плоский зонтик, которые состоят из мелких цветков, обычно розовых или белых [5].

Сбор насекомых проводился вручную, коллектированные насекомые помещались в пластиковые пробирки и подвергались заморозке. Всего было коллектировано 172 имаго шмелей. В дальнейшем была смонтирована энтомологическая коллекция шмелей – посетителей спиреи японской из Центрального детского парка имени М. Горького и Центрального ботанического сада НАН Беларуси. Определение таксономической принадлежности коллектированных насекомых было выполнено с использованием соответствующих определительных таблиц и ключей [2].

Относительное обилие рассматриваемых в работе видов шмелей было оценено с использованием 5-балльной логарифмической ограниченной

сверху шкалы, предложенной Ю. В. Песенко [4]. При соответствующих объемах сборов пороговые значения для разграничения видов по соответствующим классам представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Логарифмическая шкала для разграничения групп видов отмеченных в ходе работы перепончатокрылых по уровню относительного обилия

Балл, а	Граница интервала класса			
	Парк имени Горького		Центральный ботанический сад	
	нижняя, $n(a)_{\min}$	верхняя, $n(a)_{\max}$	нижняя, $n(a)_{\min}$	верхняя, $n(a)_{\max}$
1 (единичный вид)	1	2	1	2
2 (малочисленный вид)	3	6	3	6
3 (обычный вид)	7	15	7	14
4 (многочисленный вид)	16	38	15	33
5 (доминантный вид)	39	93	34	79

Структура рассматриваемых комплексов, а также отнесение видов к соответствующим классам обилия по выстроенной нами шкале отражены в таблице 2.

Таблица 2 – Структура комплекса шмелей – посетителей соцветий спиреи японской (*Spiraea japonica*)

Вид	Парк имени Горького		Центральный ботанический сад	
	Количество особей, шт.	Классы по уровню обилия	Количество особей, шт.	Классы по уровню обилия
<i>Bombus hypnorum</i> (L.)	37	4	1	1
<i>Bombus terrestris</i> (L.)	31		44	5
<i>Bombus lucorum</i> (L.)	13	3	32	4
<i>Bombus hortorum</i> (L.)	6	2	–	–
<i>Bombus lapidarius</i> (L.)	3		1	1
<i>Bombus pascuorum</i> (Scop.)	2	1	1	
<i>Bombus</i> (<i>Psithyrus</i>) <i>barbutellus</i> (Kirby)	1	1	–	–

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что наибольшие показатели относительного обилия были характерны для представителей видов *Bombus terrestris* (L.) (4-й и 5-й классы обилия для выборок из парка имени М. Горького и Центрального ботанического сада соответственно) и *Bombus lucorum* (L.) (3-й и 4-й классы обилия для выборок

из парка имени М. Горького и Центрального ботанического сада соответственно). Эти виды близки по морфологическим признакам и являются широко распространенными на территории Беларуси полилектами, питающимися на широком спектре цветковых растений. Высокие показатели обилия *Bombus terrestris* (L) в комплексах посетителей цветковых растений могут быть обусловлены проявлением у шмелей этого вида тенденции к доминированию в комплексах опылителей, что было указано в научных работах ранее [3].

Остальные отмеченные в работе виды шмелей соответствовали отнесению к 1-му и 2-му классам обилия и, соответственно, представлены в выборках единичными экземплярами.

Для рассматриваемых выборок было проведено сравнение видовых составов с использованием коэффициента Жаккара. Полученное значение коэффициента ($K_J = 0,714$) указывает на высокую степень фаунистического сходства исследуемых комплексов, что, в свою очередь, позволяет положительно охарактеризовать спирею в качестве кормового ресурса для широко распространенных видов шмелей в различных точках города.

Исходя из полученных данных, можно предположить, что спирея японская является удачным вариантом для озеленения парковых зон и привлечения опылителей для более эффективного опыления других цветковых растений на этих территориях.

Список использованной литературы

1. Радченко, В. Г. Биология пчел / В. Г. Радченко, Ю. А. Песенко ; под ред. Г. С. Медведева ; Рос. акад. наук, Зоол. ин-т. – СПб. : ЗИН, 1994. – 350 с.
2. Feldbestimmungsschlüssel für die Hummeln Österreichs, Deutschlands und der Schweiz (Hymenoptera, Apidae) / J. F. Gokcezade, B.-A. Gereben-Krenn, J. Neumayer, H. W. Krenn. – Austria, 2010.
3. Long-term data shows increasing dominance of *Bombus terrestris* with climate warming / L. Herbertsson, R. Khalaf, K. Johnson [et al.] // Basic and Applied Ecology. – 2021. – № 53. – P. 116–123.
4. Песенко, Ю. А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях / Ю. А. Песенко. – М. : Наука, 1982. – 288 с.
5. Смирнова, З. И. Использование декоративных растений рода Спирея (*Spiraea* L.) в озеленении / З. И. Смирнова, М. Г. Рябченко. – М. : Гл. ботан. сад им. Н. В. Цицина РАН, 2009. – С. 504–508.

К содержанию

УДК 338.48

А. Ю. МАРТЫСЮК, Н. С. СТУПЕНЬ

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ НА УРОКАХ ХИМИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВИЗУАЛИЗАЦИИ

Введение. В эпоху глобальных экологических вызовов формирование экологической компетентности у подрастающего поколения становится приоритетной задачей образования. Химия, как наука, изучающая состав, структуру, свойства и превращения веществ, играет ключевую роль в понимании экологических процессов и проблем. Однако абстрактность химических понятий зачастую затрудняет их восприятие и осознание экологической значимости.

В программе неорганической химии 7-го класса элементы экологического воспитания включены в изучение таких тем, как «Охрана окружающей среды» и «Химия в Республике Беларусь».

Цель – разработать элемент визуализации по теме «Химия в Республике Беларусь» для учащихся 7-го класса.

Методы исследования – обобщение педагогического опыта по формированию экологической культуры учащихся, наблюдение, сравнение, анализ школьной программы по химии для учащихся 7-го класса.

Результаты исследования и их обсуждение. Инфографика (от лат. *Information* ‘осведомление, разъяснение, изложение’) – это способ визуализации информации, который позволяет быстро и понятно представить данные читателю. Средства инфографики могут включать в себя изображения, графики, диаграммы, блок-схемы, таблицы, карты, списки и т. д. [1; 2].

С точки зрения объекта представления А. В. Авиденко выделяет следующие девять основных типов инфографики: статистическая, таймлайн, карта, схема, иерархия, матрица, алгоритм, фото, сравнение [1].

Беларусь – страна с развитой химической промышленностью, насчитывающая 75 предприятий, которые производят более 120 видов продукции. Ключевой отраслью белорусской химии является производство минеральных удобрений. Лидером в этой сфере выступает «Беларуськалий» (Солигорск) – один из крупнейших мировых производителей калийных удобрений, чья продукция востребована за рубежом. Азотные удобрения выпускает «Гродно Азот», в то время как фосфорные – Гомельский химический завод.

Мы предлагаем применить разработанную нами лучевую схему по изучению темы «Химия в Республике Беларусь» (рисунок).

Химическая промышленность Беларуси

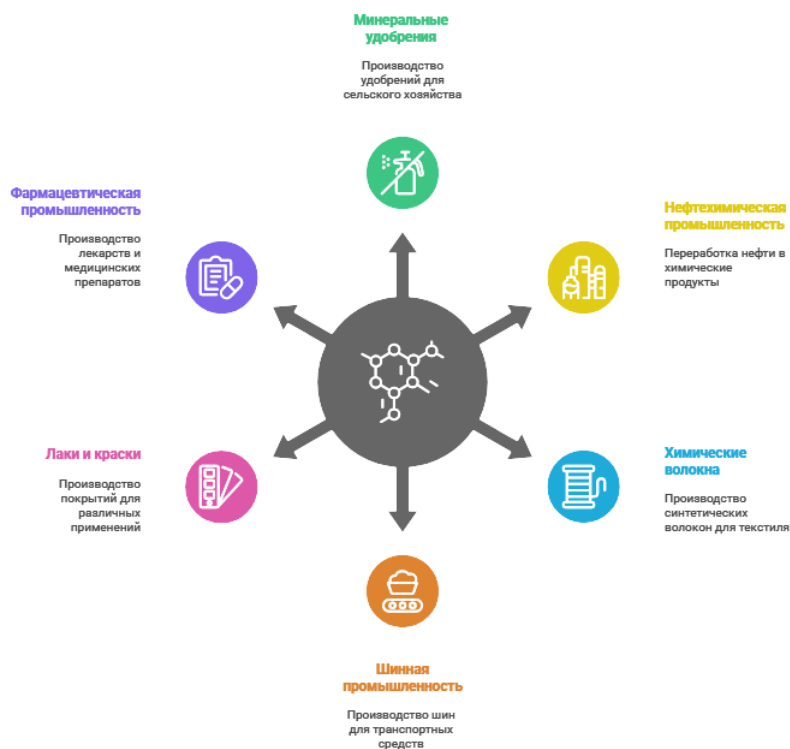


Рисунок – Лучевая схема по теме «Химическая промышленность Беларуси»

Нефтехимическая промышленность представлена такими гигантами, как «Нафтан» (Новополоцк) и Мозырский НПЗ, которые производят высококачественные нефтепродукты, экспортируемые в разные страны. Беларусь также является значимым экспортером химических волокон и нитей, производимых на предприятиях «Полимир» (в составе «Нафтан»), «СветлогорскХимволокно», на заводах «Химволокно» (в составе «Гродно Азот») и «Могилевхимволокно».

Шинная промышленность представлена «Белшиной» (Бобруйск), крупным европейским производителем, выпускающим более 200 видов шин. Резинотехнические изделия производятся на «Беларусьрезинотехнике» и «Резинотехнике». Важной отраслью является производство лаков и красок на предприятии «Лакокраска» (Лида).

В Беларуси активно развивается химико-фармацевтическая промышленность, производящая лекарства. Крупнейшие предприятия – «Белмед-препараты» (Минск) и Борисовский завод медицинских препаратов. Продукцию с использованием химических технологий также выпускают предприятия лесохимической, парфюмерной, масложировой, стекольной и микробиологической отраслей, тесно сотрудничая с химическими предприятиями для получения необходимых материалов.

Важно помнить о безопасности при работе с химическими веществами и материалами, чтобы избежать нанесения вреда окружающей среде.

Заключение. Анализ учебника химии для 7-го класса демонстрирует явную недостаточность в освещении вопросов экологического воспитания.

Визуализация как метод обучения способна значительно повысить эффективность формирования экологических знаний на уроках химии. Наглядное представление химических процессов и явлений, их связи с экологическими последствиями позволяет учащимся глубже понять суть проблемы и осознать свою роль в ее решении. Использование графиков, диаграмм, моделей, анимаций и видеоматериалов делает обучение более интересным, интерактивным и запоминающимся.

Список использованной литературы

1. Трушко, Е. Г. Инфографика как современный способ представления информации / Е. Г. Трушко, Ю. Ф. Шпаковский // Труды Белорусского государственного технологического университета. Серия 4, Принт- и медиатехнологии. – 2017. – № 1 (195). – С. 111–117.

2. Фролова, М. А. История возникновения и развития инфографики / М. А. Фролова // Вестник Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. Серия: Информационные компьютерные технологии в образовании. – 2014. – Вып. 10. – С. 136.

3. Химия : учеб. пособие для 7 кл. учреждений образования, реализующих образоват. программы общ. сред. образования с рус. яз. обучения и воспитания / И. Е. Шиманович, В. А. Красицкий, О. И. Сечко, В. Н. Хвалюк ; под ред. И. Е. Шимановича. – 2-е изд., пересм. – Мн. : Нар. света, 2023. – 176 с.

К содержанию

УДК 581.2+591.65(476.5)

**Л. М. МЕРЖВИНСКИЙ, Ю. И. ВЫСОЦКИЙ, И. М. МОРОЗОВА,
И. А. СОЛОДОВНИКОВ, С. Э. ЛАТЫШЕВ, В. М. КОЦУР**

Беларусь, Витебск, ВГУ имени П. М. Машерова

ОПАСНЫЕ ЧУЖЕРОДНЫЕ ВИДЫ РАСТЕНИЙ, НАСЕКОМЫХ И МОЛЛЮСКОВ В БЕЛОРУССКОМ ПООЗЕРЬЕ

Экспансия агрессивных чужеродных видов, представляющих опасность для биоразнообразия экосистем, наносящих экономический и экологический ущерб и вред здоровью человека, приобретает угрожающий

масштаб. Мониторинг расселения этих видов, прогноз экспансии и попытка локализации и контроля очагов инвазии являются важной задачей экологической безопасности государства. Несмотря на ряд принимаемых мер (программы по борьбе с гигантскими борщевиками и золотарниками), эти и родственные им виды растений активно распространяются по территории Витебской области, представляя значительную угрозу для аборигенных видов и нативных экосистем, наносят экономический ущерб. Инвазивные виды обладают высокой экологической пластичностью и способны быстро внедряться в нарушенные экосистемы. Нарушенные экосистемы из-за низкого видового разнообразия и значительного количества свободных ниш являются наиболее уязвимыми и нестабильными. Интенсивно расширяется процесс локальной натурализации интродуцентов, которые в антропогенно измененных экотопах могут занимать позиции нативных видов. Полное решение проблемы биологических инвазий невозможно в принципе, поскольку главной целью существования каждого вида растений и животных является размножение и распространение на все большие территории [1; 2]. Инвазии – один из способов реализации репродуктивной и популяционной стратегии множества видов живых организмов. Невозможность решения проблемы в целом ни в коем случае не является причиной отказа от исследований этих масштабных явлений, последствия которых имеют огромное значение для природы, человека, экономики, а также от принятия разумных и целесообразных мер по предотвращению инвазионных процессов, минимизации их негативных последствий.

Процесс проникновения чужеродных видов на территорию Беларуси резко усилился в связи с глобальным изменением климата, увеличением интенсивности товарных потоков, развитием транспортной инфраструктуры, массовой интродукцией видов. Это не только создает угрозу утраты устойчивости отдельных экосистем и имеет негативные последствия для биоразнообразия, но и приводит к экономическим потерям.

Есть виды, появление которых на территории Беларуси обусловлено естественным флорогенезом и фауногенезом, что связано в основном с изменением климата, и виды, появление которых связано с прямой и косвенной деятельностью человека. Большое значение в этих процессах имеет географическое положение нашей страны. Через Беларусь проходят автомобильные и железные дороги, протекают крупные реки. Проникновение и расселение чужеродных видов проходит разными путями. Многие растения появились на территории республики благодаря их культивированию в разных утилитарных целях (пищевые, кормовые, лекарственные, декоративные, технические и др.), а многие благодаря естественному расселению. Для наземных беспозвоночных основными путями являются

перенос с транспортом и ввозимыми растениями, включая грунт. Происходит возрастание негативного воздействия инвазивных видов на урожайность сельскохозяйственных культур, прирост древесины. Снижается устойчивость городских и лесных насаждений.

Проникающие на территорию республики виды делятся на две категории: чужеродные и инвазивные. Чужеродные в настоящее время не оказывают какого-либо отрицательного экологического и экономического воздействия. Если такое влияние есть, то вид относится к инвазивным.

Галегу восточную (*Galéga orientalis*) и топинамбур (земляную грушу) (*Helianthus tuberosus*) можно отнести к потенциально опасным инвазивным видам. Галега восточная (*G. orientalis*) – многолетнее растение из семейства бобовых. В условиях Республики Беларусь возделывается во многих хозяйствах как высокопродуктивная кормовая культура с повышенной питательной ценностью. Растение очень конкурентоспособно, быстро отрастает и завоевывает новые территории. В районах возделывания галега восточная очень быстро уходит из культуры, становится засорителем многих сельскохозяйственных культур, а также на больших территориях вытесняет аборигенную растительность. Отмечено, что вдоль полевых защитных лесных полос, вдоль автомобильных магистралей, на заброшенных и необработанных участках, на посевах других многолетних культур, в садах, парках и даже на городских газонах образует сплошные заросли, площадь которых постоянно увеличивается. Есть мнение, что наряду с высокой конкурентоспособностью данный вид обладает и высокой аллелопатической активностью.

Топинамбур (земляная груша) (*Helianthus tuberosus*) – растение очень холодостойкое и морозостойкое, а также устойчиво к непродолжительным засухам и относительно хорошо переносит высокие температуры воздуха. Кроме того, топинамбур предпочитает хорошую освещенность, плодородные земли, но может расти и на бедных почвах, за исключением сильнокислых и заболоченных. «Черная книга флоры Беларуси...» содержит описание 52 видов наиболее вредоносных чужеродных сосудистых растений, активно внедряющихся в растительный покров. Среди указанных видов присутствует и топинамбур. По данным Европейской и средиземноморской организации по защите растений, топинамбур представлен как карантинный вид растений. В настоящее время в основном топинамбур произрастает в диком виде как типичный сорняк на территории Европы, России, а также Беларуси [1; 3]. В Витебской области топинамбур практически уже не выращивается как пищевая и сельскохозяйственная культура даже на приусадебных участках, но он начал быстро распространяться на заброшенных участках и необработываемых сельхозугодьях, по залежам, пустырям, вдоль дорог.

В настоящее время известно, что на территории Витебской области встречается 45 чужеродных видов беспозвоночных животных из 21 семейства жесткокрылых и 8 видов из 5 семейств наземных моллюсков [4–6]. Чужеродными видами насекомых на сегодняшний день являются: гармония изменчивая, азиатская божья коровка, или коровка-арлекин (*Harmonia axyridis*), изменчивая трогодерма (*Trogoderma variable*), кожеед Смирнова, малый табачный жук (*Lasioderma serricorne*), сухофруктовая блестянка (*Carpophilus hemipterus*), скосарь одиночный (бороздчатый) (*Otiorhynchus (Dorymerus) sulcatus*, скосарь (долгоносик) сиреневый (*Otiorhynchus (Proremus) smreczynskii*) и др.

Гармония изменчивая, азиатская божья коровка, или коровка-арлекин (*Harmonia axyridis*), которую долгие годы успешно разводили и применяли для борьбы с тлями и кокцидами, вредителями сельского и лесного хозяйства, стали приживаться в природе, образуя устойчивые, быстро растущие популяции. При этом оказалось, что массовое размножение вида приводит к негативным экологическим и экономическим последствиям. Ясеновая изумрудная узкотелая златка (*Agrilus planipennis*) – чужеродный для Европы вид. В США признан одним из самых опасных лесных вредителей. Сильно повредил посадки ясеня пенсильванского в Москве и многих населенных пунктах европейской России. Вероятно его появление в Республике Беларусь. Изменчивая трогодерма (*Trogoderma variable*) – опасный складской вредитель, который поражает зерно, муку, крупы, комбикорма, семена и продукцию животного происхождения. Встречается в домах в местах скопления пыли под плинтусами и мебелью. Повреждает кожу, меха, шерсть, энтомологические коллекции. Чужеродный для Европы. Включен в списки чужеродных видов Германии, Чехии, Швейцарии и Молдовы. Малый табачный жук (*Lasioderma serricorne*) попадает в складах, квартирах и аптеках в табаке и других запасах (мускатный орех и др.). Вредит какао-бобам, табачному сырью и другой растительной продукции. Сухофруктовая блестянка (*Carpophilus hemipterus*) встречается преимущественно на складах с пищевыми продуктами. Повреждает зерно и зернопродукты на складах, печеный хлеб, сухофрукты. Переносчик плесневых грибов.

Развитие транспорта и грузоперевозок стало мощным фактором, влияющим на распространение многих наземных моллюсков. Являясь достаточно маломобильными животными, они, благодаря способности входить в диапаузу и прикрепляясь к различным предметам, способны преодолевать значительные расстояния и формировать новую популяцию вдалеке от основного ареала. Важной представляется работа по уточнению ареалов видов, обитающих на сопредельных с Беларусью регионах и, возможно, заходящих на ее территорию. По многочисленным наблюдениям,

слизень черноголовый кавказский (*Krynickillus melanocephalus*) в местах расселения практически вытеснил аборигенный вид. Основные пути его расселения связаны с деятельностью человека, в основном с перевозкой овощных и плодово-ягодных культур. Существенно вредит ряду овощных и декоративных культур, а также продукции в овощехранилищах и на складах. Заселяет местообитания с достаточным уровнем увлажненности: парки, сады, садово-огородные участки; проникает в лесопарки и природные леса. Слизень большой придорожный (*Limax maximus*) проник в Беларусь из Центральной Европы с транспортом, саженцами и грунтом. Заселяет парки и садово-огородные участки. Вредит овощным, декоративным и ягодным культурам, является промежуточным хозяином паразитических червей. Наносит экономический ущерб. Слизень испанский (*Arion vulgaris*) проникает на территорию Беларуси с ввозимой из Европы сельскохозяйственной продукцией, саженцами, грунтом. Встречается на садово-огородных участках и в парках. В последние годы отмечается в Витебске и других населенных пунктах. Вытесняет аборигенные виды слизней, является промежуточным хозяином паразитических червей. Вредит овощным, декоративным и ягодным культурам. Улитка древесная (*Arianta arbustorum*) распространена преимущественно в Центральной и Северо-Западной Европе. В Витебском Поозерье обнаружена в Витебске (более 15 точек), Орше, Городке, Шумилинском и Россонском районах. Наносит вред садовым и декоративным культурам.

В условиях влажного лета 2025 г. наблюдалась массовая вспышка размножения и расселения инвазивных видов моллюсков, которые наносят огромный вред овощным, плодовым и декоративным растениям.

Нами на протяжении 2016–2025 гг. уже изучено распространение в Витебской области наиболее опасных инвазивных видов растений (гигантские борщевики, золотарник канадский и золотарник гигантский, недотрога железконосная, клен ясенелистный, робиния ложноакация), моллюсков [7–11]. С применением ГИС-технологий и ГИС-картографирования подготовлены карты распространения изученных инвазивных видов растений с указанием основных землепользователей, созданы электронные базы данных. В перспективе планируем продолжить изучение распространения в Витебской области потенциально опасных чужеродных видов растений (галега восточная и топинамбур) и чужеродных видов насекомых и наземных моллюсков. Их интенсивное распространение угрожает сохранению биоразнообразия Белорусского Поозерья и может нанести ощутимый экологический и экономический ущерб нашему государству. Полученные данные позволят находить решения проблем биологических инвазий, паразитарных угроз в природных и антропогенно-трансформированных экосистемах, возникновения очагов вредителей лесных насаждений и сельскохозяйственных культур.

Список использованной литературы

1. Черная книга флоры Беларуси: чужеродные вредоносные растения / под общ. ред. В. И. Парфенова, А. В. Пугачевского ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича. – Мн. : Бел. навука, 2020. – 407 с.
2. Черная книга инвазивных видов животных Беларуси / под общ. ред. В. П. Семенченко, С. В. Буги ; Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр по биоресурсам. – Мн. : Бел. навука, 2020. – 163 с.
3. Морозова, И. М. Инвазия топинамбура в западных районах Витебской области / И. М. Морозова, Ю. И. Высоцкий // Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта. – 2025. – № 2 (127). – С. 30–34.
4. Солодовников, И. А. Чужеродные виды жуков-долгоносиков и брентид (Coleoptera, Curculionidae, Brentidae) Гомельской области / И. А. Солодовников, Е. А. Куликова // Экологическая культура и охрана окружающей среды: III Дорофеевские чтения : материалы междунар. науч.-практ. конф., Витебск, 28–29 окт. 2020 г. / Витеб. гос. ун-т ; редкол.: Г. Г. Сушко (отв. ред.) [и др.]. – Витебск : ВГУ им. П. М. Машерова, 2020. – С. 169–171.
5. Солодовников, И. А. Новые находки чужеродных видов жесткокрылых (Coleoptera) в Республике Беларусь. Часть 2 / И. А. Солодовников, В. А. Кузнецов // Экологическая культура и охрана окружающей среды: IV Дорофеевские чтения : материалы междунар. науч.-практ. конф., Витебск, 29 нояб. 2024 г. / Витеб. гос. ун-т ; редкол.: Е. Я. Аршанский (отв. ред.) [и др.]. – Витебск : ВГУ им. П. М. Машерова, 2024. – С. 153–155.
6. Солодовников, И. А. О находках наземных моллюсков *Pupoides saenopictus* (Hutton, 1834) и *Caspiophaedusa perlucens* (Boettger, 1877) (Gastropoda: Pulmonata) на территории России / И. А. Солодовников, В. М. Коцур // Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта. – 2025. – № 2 (127). – С. 38–42.
7. Анализ распространения инвазивных борщевиков на территории Дубровенского района Витебской области / Ю. И. Высоцкий, Л. М. Мержвинский, А. Б. Торбенко [и др.]. // Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта. – 2017. – № 3 (96). – С. 49–55.
8. Высоцкий, Ю. И. Анализ инвазии борщевика на территории Лиозненского района Витебской области / Ю. И. Высоцкий // Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта. – 2017. – № 4 (97). – С. 48–53.
9. Высоцкий, Ю. И. Анализ распространения инвазии борщевика на территории Оршанского района Витебской области / Ю. И. Высоцкий // Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта. – 2019. – № 2 (103). – С. 28–35.
10. Мержвинский, Л. М. Распространение опасного инвазивного вида клена ясенелистного (*Acer Negundo* L.) в бассейне реки Западная Двина в пределах Беларуси / Л. М. Мержвинский, Ю. И. Высоцкий, С. Э. Латышев // Региональное сотрудничество БРИКС: современные проблемы экологии

и природопользования : тез. докл. II междунар. науч.-практ. конф., Петрозаводск, 18–20 сент. 2024 г. / редкол.: О. Н. Бахмет [и др.]. – Петрозаводск : Карел. науч. центр Рос. акад. наук, 2024. – С. 109–110.

11. Инвазия клена ясенелистного (*Acer negundo* L.) в долинах правых притоков реки Западной Двины / Л. М. Мерзвинский, Ю. И. Высоцкий, С. Э. Латышев, М. Н. Яхновец // Экологическая культура и охрана окружающей среды: IV Дорофеевские чтения : материалы междунар. науч.-практ. конф., Витебск, 29 нояб. 2024 г. / Витеб. гос. ун-т ; редкол.: Е. Я. Аршанский (отв. ред.) [и др.]. – Витебск : ВГУ им. П. М. Машерова, 2024. – С. 142–145.

К содержанию

УДК 597.551.2

Ю. И. ОХРЕМЕНКО, В. К. РИЗЕВСКИЙ, Е. С. ГАЙДУЧЕНКО

Беларусь, Минск, НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам

ФИЛОГЕОГРАФИЯ И ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ЛИНЯ *TINCA TINCA* (LINNAEUS, 1758) В ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ БЕЛАРУСИ

Линь *Tinca tinca* (Linnaeus, 1758) относится к семейству Cuprinidae и является в нем единственным представителем рода *Tinca*, однако с недавнего времени некоторые исследователи выделяют линя в отдельное семейство Tincidae [1].

Ареал линя в Евразии охватывает обширные территории от Атлантики до Забайкалья [2]. Широко распространен в пресных водах Европы и является популярным объектом рыбалки и искусственного разведения. Благодаря антропогенному воздействию вид распространился за пределами естественного ареала, в некоторых странах (Канада и Китай) является инвазивным видом. В Беларуси линь распространен повсеместно преимущественно в озерах и пойменных водоемах [3].

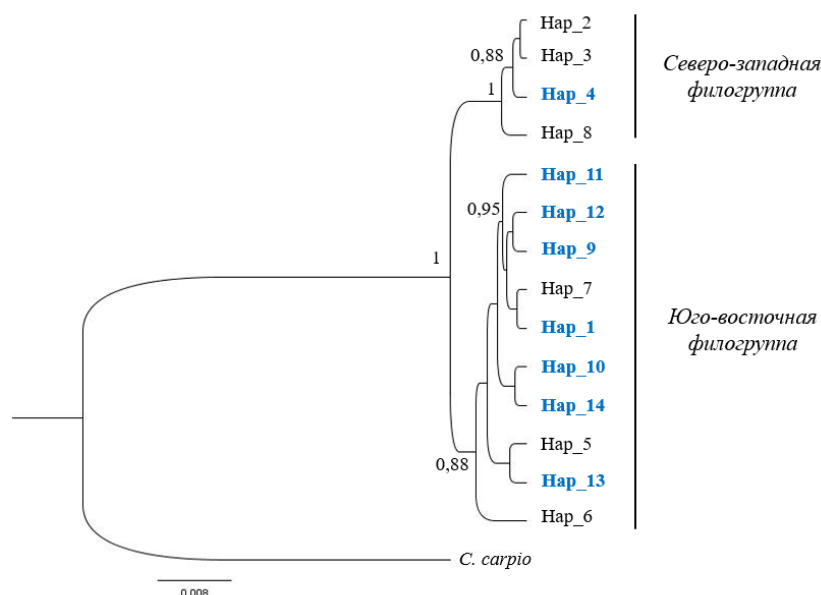
Благодаря широте ареала линя, как и многие другие пресноводные виды, имеет сложную филогеографическую структуру. Гипотеза о существовании двух отдельных филогрупп популяций линя успешно подтвердилась исследователями из Чехии, которые показали наличие юго-восточной и северо-западной группы европейской популяции линя по митохондриальному гену *Cytb* [4; 5].

Учитывая наличие Черноморско-Балтийского водораздела, практически паритетно разделяющего водные объекты Беларуси на два бассейна, а также ограниченную информацию о генетической структуре линя, представляется важным изучить филогеографическую структуру белорусской популяции линя.

Для данного исследования было получено 36 последовательностей фрагмента 1 субъединицы митохондриального гена цитохром *C* оксидазы (*COX 1*) линия водных объектов Беларуси (бассейн Припяти, Днепра, Западной Двины и Немана), хранящегося в коллекции генетического материала лаборатории ихтиологии ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам». Для получения целевого фрагмента использовали 4 праймера VF2_t1, FishF2_t1, FishR2_t1, FR1d_t1 [6]. Секвенирование проводили с праймерами M13F и M13R [6] на генетическом анализаторе 3500 Genetic Analyzer (Applied Biosystems). Первичный анализ результатов секвенирования, редактирование и выравнивание последовательностей проводили в программе MEGA10. Филогенетическое дерево построено байесовским методом в программе BEASTX v10.5.0 и визуализировано в программе FigTree v1.44. Медианную сеть гаплотипов строили в программе PopART v.1.7.

Для уточнения филогенетического положения белорусской популяции линия были использованы 110 последовательностей *T. tinca*: 36 из них для Беларуси получены авторами статьи и 74 последовательности взяты из базы данных NCBI Genbank. Для укоренения филогенетического дерева была взята последовательность *Cyprinus carpio* (GenBank: NC 001606).

В ходе филогенетического анализа выявлено 14 гаплотипов, которые с высокой вероятностью образуют две филогруппы (рисунок).



Приведены апостериорные вероятности выше 0,8.

Синим цветом отмечены гаплотипы, в которые входят образцы из Беларуси.

Последовательность *C. carpio* использована в качестве внешней группы

Рисунок – Филогенетическое дерево линия, полученное при помощи байесовского филогенетического анализа на основе последовательностей мтДНК

Образцы из Беларуси представлены 8 гаплотипами, 6 из которых являются уникальными и отмечены только в водных объектах Беларуси (Нар_9, Нар_10, Нар_11, Нар_12, Нар_13, Нар_14). Стоит отметить, что большинство белорусских образцов входят в состав гаплотипа Нар_1, являющегося самым распространенным среди всех проанализированных. Все эти гаплотипы входят в состав юго-восточной филогруппы. Однако гаплотип Нар_4, к которому наряду с образцами из Канады и Греции принадлежат и образцы из р. Неман (бассейн Балтийского моря), с высокой вероятностью входит в состав северо-западной клады. Учитывая, что линь не является аборигенным видом в Канаде и Греции, следует предположить, что популяции линя в этой области состоят из транслоцированных особей западного происхождения [5].

Наличие на территории Беларуси особей линя, относящихся к двум филогруппам, может говорить о расширении зоны гибридизации, которая ранее была зарегистрирована в Центральной Европе вдоль р. Дунай, либо о нежелательной интродукции, которая маловероятна ввиду повсеместного распространения линя на территории Беларуси [4].

Таким образом, в нашем исследовании впервые на обширном фактическом материале дополнена информация по филогеографии линя в ареале с использованием белорусских образцов, что существенно углубляет исследования и способствует лучшему пониманию генетической изменчивости как внутри популяций линя, так и между ними. Полученные данные показали, что маркер *COXI* является высокоинформативным при применении популяционно-генетических исследований линя, однако для полноты картины и выявления возможных субклад для особей водных объектов Беларуси, входящих в состав юго-восточной клады, необходимо расширение работ с применением митохондриальных (*Cytb*, *Dloop*) и ядерных (*RpS7*) маркеров.

Список использованной литературы

1. Fricke, R. Eschmeyer's catalog of fishes: genera, species, references / R. Fricke, W. N. Eschmeyer, R. van der Laan. – URL: <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>. (date of access: 11.01.2026).
2. Берг, Л. С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран : в 3 т. / Л. С. Берг. – М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1949. – Т. 2. – С. 468–926.
3. Жуков, П. И. Рыбы Белоруссии / П. И. Жуков. – Мн. : Наука и техника, 1965. – 415 с.
4. Phylogeographic identification of tench *Tinca tinca* (L., 1758) (Actinopterygii: Cyprinidae) from the northern Balkans and adjacent regions

and its implications for conservation. / J. Lujic, K. Kohlman, P. Kersten, Z. Marinovic // *Zoological Studies*. – 2017. – № 56. – P. 1–9.

5. Genetic structure and divergence of tench *Tinca tinca* European populations / N. Karaisko, K. Gkagkavouzis, S. Minoudi [et al.] // *Zoological Journal of Fish Biology*. – 2020. – Vol. 97. – P. 930–934. – URL: <https://doi.org/10.1111/jfb.14448> (date of access: 11.01.2026).

6. Universal primer cocktails for fish DNA barcoding / N. V. Ivanova T. S. Zemlak, R. H. Hanner, P. D. Hebert // *Molecular Ecology Notes*. – 2007. – № 7 (4). – P. 544–548.

К содержанию

УДК 595.76(476)

И. А. СОЛОДОВНИКОВ, А. С. РЫМКЕВИЧ
Беларусь, Витебск, ВГУ имени П. М. Машерова

РЕДКИЕ И НОВЫЕ ВИДЫ ДОЛГОНОСИКОВ (CURCULIONIDAE) ДЛЯ ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ. ЧАСТЬ 25

Данная работа продолжает цикл статей о распространении и биологии жесткокрылых и представляет аннотированный список впервые выявленных как для геоботанических округов, так и для территории Республики Беларусь видов жесткокрылых с приведением этикеточных данных [1]. Цель настоящего исследования – уточнение видового состава долгоносиков (Curculionidae) геоботанических округов Республики Беларусь.

В результате полевых исследований по стандартным методам энтомологических сборов и обработки более 3 тыс. экземпляров долгоносиков (Curculionidae), собранных в 1992–2025 гг., были детерминированы виды, впервые выявленные как для геоботанических округов, так и для территории Республики Беларусь. Знаком * отмечены виды, впервые обнаруженные на территории определенного геоботанического округа, ** – для Республики Беларусь. Цифра перед знаком * обозначает: 1 – Западно-Двинский; 3 – Оршано-Могилевский; 6 – Бугско-Предполесский; 7 – Полесско-Приднепровский геоботанический округ. Фамилии ряда наиболее активных коллекторов материала обозначаются: В. А. Кузнецов – (Куз), А. С. Рымкевич – (Р); И. А. Солодовников – (С), во всех остальных случаях приведена полная фамилия сборщика или лица, давшего информацию.

Сем. CURCULIONIDAE Latreille, 1802 (Долгоносики)

3Chromoderus affinis*** (Schrank, 1781). Редок и локален на севере. Личинка развивается на: *Beta*, *Chenopodium*, *Kochia*, *Atriplex*, *Salsola* (*Chenopodiaceae*). **Витебская обл.**, Оршанский р-н, сев. окраина г. Орши, экотон: небольшая разряжённая дубрава / суходольный луг, $h = 166$ м, 54.546731° N, 30.460297° E, 19.04 – 03.05.2025 (Р), 1 экз.; 7 км СВ г. Орши, окр. д. Пашино, старый песчаный карьер, ксерофильная пустошь 2, $h = 161$ м, 54.552200° N, 30.492200° E, 03–17.05.2025 (Р), 2 экз.

1, 3, 6Charagmus gressorius*** (Fabricius, 1792). Местами редок и локален в регионе. Развивается на люпинах: *Lupinus albus*, *L. angustifolius* и *L. polyphyllus*, а также на *Sarothamnus scorpius*. **Витебская обл.**, Сенненский р-н, окр. д. Щитовки, 37 км ЮЮВ г. Витебска, кошение по суходольному лугу и опушке соснового леса, $54^{\circ}52'34''$ N, $30^{\circ}23'3''$ E, $h = 169$ м, 30.05.2017 (С), 1 экз.; 0,8 км ЮЗ д. Щитовка, 36 км Ю г. Витебска, экотон: сосняк мшисто-лишайниковый / зарастающая вырубка сосной с вереском на песках, сифтование, $h = 174$ м, 54.870201° N, 30.376534° E, 03.03.2024 (И. А. и С. В. Солодовниковы), 1 экз. Лиозненский р-н, переход д. Соловьево – д. Рыжики, 35–39 км ЮЮВ г. Витебска, мелколиственные и широколиственные леса, 07.07.2017 (С), 1 экз. Оршанский р-н, 2 км В г. Орши, лев. берег р. Днепр, суходольный луг, $h = 167$ м, 54.512997° N, 30.442807° E, 26.07.2024 (Р), 1 экз.; 7 км СВ г. Орши, окр. д. Пашино, старый песчаный карьер, глинисто-песчаные берега водоемов, $h = 170$ м, 54.551190° N, 30.498562° E, 24.04 – 03.05.2025 (Р), 2 экз. Толочинский р-н, д. Славени, прав. берег р. Плисы, суходол на люпине, $h = 194$ м, 54.343752° N, 29.525864° E, 25.05.2024 (А. С. Кудрявцев), 2 экз. **Брестская обл.**, Брестский р-н, окр. с. Томашовка, 60 км Ю г. Бреста, 19.07.2007 (В. А. Кузьмич), 1 экз.; 1 км ЗЮЗ д. Орхово (к югу от с. Томашовка), компостный полигон, кошение по растительности, 51.537024° N, 23.598497° E, $h = 155$ м, 31.07.2024 (Куз), 3 экз. г. Брест, Ленинский р-н, переулочек Брестских дивизий, 17, кошение ночное по кустарникам, $h = 141$ м, 52.106825° N, 23.676774° E, 23–24.07.2024 (Куз), 2 экз.

Cyphocleonus trisulcatus (Herbst, 1795). Редок и локален. **Гомельская обл.**, Гомельский р-н, 2,7 км WNW п. Новая Гута, окр. санат. «Золотые пески», лев. берег р. Сож, песчаный пляж, $52^{\circ} 6'37.57''$ N, $30^{\circ}56'40.03''$ E, $h = 114$ м, 27.04.2019 (Куз), 5 экз.

3*Rhinocyllus conicus*** (Frölich, 1792). Крайне редок и локален на севере. Развивается на *Carduus*, *Centaureae*, *Cirsium* (сем. *Compositae*). **Витебская обл.**, Оршанский р-н, окр. г. Орши, полигон под мотокросс, кошение, $h = 157$ м, 54.491332° N, 30.418222° E, 14.07.2025 (Р), 1 экз.

1, 7Lixus (Compsolixus) albomarginatus*** Boheman, 1843. Редок и локален. Личинка развивается в стеблях крестоцветных (сем. *Brassicaceae*):

крепкоплодника сирийского (*Euclidium syriacum*), жерушника австрийского (*Rorippa austriaca*), редко – левкоя пахучего (*Matthiola fragrans*). **Витебская обл.**, Витебский р-н, г. Витебск, р-н Песковатики, парк им. Красной Армии, суходол № 3 (песчано-мелкогравийные почвы) на опушке сосняка, почвенные лов., h = 142 м, 55.213791° N, 30.166586° E, 27.09 – 17.10.2025 (С), 1 экз. **Гомельская обл.**, Добрушский р-н, окр. ж.-д. ст. Круговец-Калинино, заброшенный карьер, ксерофитный биотоп на краю дороги, у комля колючих *Asteracea*, 52.171520° N, 31.703270° E, h = 156 м, 14.06.2021 (Куз), 1 экз.

1, 3*L. (*Dilixellus*) fasciculatus Boheman, 1835. Редок и локален в регионе. Имаго живет исключительно на полынях (*Artemisia*). **Витебская обл.**, Витебский р-н, 1,5 км В г. п. Яновичи, кошение по обочине дороги, разнотравье, h = 169 м, 55.296830° N, 30.729011° E, 05.07.2023 (С), 1 экз.; 1,5 км В г. п. Яновичи, по обочине дороги, на бодяке, h = 169 м, 55.296830° N, 30.729011° E, 06.07.2023 (С), 1 экз.; г. п. Яновичи, кошение по суходолу по прав. берегу р. Вымнянки, h = 153 м, 55.292981° N, 30.698041° E, 11.07.2023 (С), 1 экз.; 1,5 км В г. п. Яновичи, по обочине дороги, на полыни, h = 169 м, 55.296830° N, 30.729011° E, 13.07.2023 (С), 2 экз. Оршанский р-н, 2 км В г. Орши, лев. берег р. Днепр, суходольный луг, h = 167 м, 54.512997° N, 30.442807° E, 26.07.2024 (Р), 2 экз. Толочинский р-н, д. Славени, прав. берег р. Плисы, суходол на границе с поймой, на полыни, h = 194 м, 54.343752° N, 29.525864° E, 31.07.2023 (А. С. Кудрявцев), 3 экз.; д. Заречье, лев. берег р. Плисы, суходол, на полыни, h = 193 м, 54.337910° N, 29.523336° E, 07–08.08.2023 (А. С. Кудрявцев), 1 экз.

1, 3D. (*Euolamus*) reussi** Formánek, 1908. Местами нередок, но локален. Материал определен И. А. Забалуевым (г. Москва). **Витебская обл.**, Витебский р-н, окр. г. Витебска, в квартире, 02.06.1992 (С), 1 экз.; 4 км Ю г. Витебска, бер. р. Лучесы, в коре *Salix*, 25.11.1995 (С), 18 экз.; 5 км Ю г. Витебска, бер. р. Лучесы, в трещинах коры ивы, h = 164,5 м, 55°07'25,92" N, 30°12'31,94"E, 25.11.2008 (С, С. В. Солодовникова), 6 экз.; 2 км З г. Витебска, бот. зак. «Чертова Борода», глинистые обрывы по р. Зап. Двина, по ручью, 05.04.2009 (С), 1 экз.; 1 км Ю г. Витебска, песчано-глинистые берега ручья Скупья, сероольшаник + ивы, h = 147 м, 55.146239° N, 30.225844° E, 10–22.05.2023 (С), 1 самка (препарат). Оршанский р-н, 2 км В г. Орши, лев. берег р. Днепр, долина ручья Ореховец, мелколиственно-широколиственный лес, ловушки, линия 1, h = 172 м, 54.513481° N, 30.451785° E, 11–25.05.2024 (Р), 1 самка (препарат); сифтование подстилки у комлей ив (*Salix* sp.) и дубов, h = 169 м, 54.516267° N, 30.451976° E, 16.01.2025 (Р), 1 самец (препарат); г. Орша, микрорайон № 1, лев. берег р. Днепр, сифтование подстилки у комлей ивы козьей (*Salix* sp.), h = 169 м, 54.480852° N, 30.407654° E, 18.01.2025 (Р), 1 экз.; г. Орша, лев. берег

р. Оршицы, сифтование подстилки у комлей ив, h = 153 м, 54.530229° N, 30.418253° E, 26.01.2025 (P), 4 экз. (1 самка, 1 самец – препараты).

3*D. (*Olamus*) *rufatus* (Bedel, 1888). Развивается на различных ивах. **Витебская обл.**, Оршанский р-н, 4 км В г. Орши, окр. д. Пашино, суходол, сифтование подстилки у ивы, h = 168 м, 54.547386° N, 30.485987° E, 30.01.2025 (P), 1 экз.; экотон суходол/поле (начало одиночных деревьев), h = 180 м, 54.547617° N, 30.491657° E, 15.03.2025 (P), 1 экз.

Список использованной литературы

1. The check-list of Belarus Coleoptera / O. Aleksandrowicz, A. Pisanenko, S. Ryndevich, S. Saluk. – Slupsk : Publishers Pomeranian University, 2023. – 189 p.

К содержанию

УДК 595.76(476)

И. А. СОЛОДОВНИКОВ¹, В. А. КУЗНЕЦОВ²

¹Беларусь, Витебск, ВГУ имени П. М. Машерова

²Беларусь, Минск, ООО «Альпиндустрия»

РЕДКИЕ И НОВЫЕ ВИДЫ ЖЕСТКОКРЫЛЫХ (COLEOPTERA) ДЛЯ ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ. ЧАСТЬ 26

Данная работа продолжает цикл статей о распространении и биологии жесткокрылых и представляет аннотированный список впервые выявленных как для геоботанических округов, так и для территории Республики Беларусь видов жесткокрылых с приведением этикеточных данных [1]. Цель исследования – уточнение таксономического состава жесткокрылых (Coleoptera) геоботанических округов Республики Беларусь.

Материал и методы. В результате полевых исследований по стандартным методам энтомологических сборов и обработки более 7 тыс. экземпляров жесткокрылых, собранных в 2020–2025 гг., были детерминированы виды, впервые выявленные как для геоботанических округов, так и для территории Республики Беларусь. Знаком * отмечены виды, впервые обнаруженные на территории определенного геоботанического округа, ** – для Республики Беларусь. Цифра перед знаком * обозначает: 1 – Западно-Двинский; 2 – Ошмяно-Минский; 3 – Оршано-Могилевский; 6 – Бугско-Предполесский геоботанический округ. Фамилии ряда наиболее активных коллекторов материала обозначаются: В. А. Кузнецов – (Куз),

А. С. Рымкевич – (Р); И. А. Солодовников – (С), во всех остальных случаях приведена полная фамилия сборщика или лица, давшего информацию.

Результаты и их обсуждение

Сем. HELOPHORIDAE Leach, 1815 (Морщинники)

1Helophorus (Kuphohelophorus) tuberculatus*** Gyllenhal, 1808.

Крайне редок и локален. Отмечен в болотах, временных водоемах в хвойных лесах. Включен в список видов, требующих дополнительного изучения и внимания в целях профилактической охраны в Красной книге Республики Беларусь (2015). **Витебская обл.**, Витебский р-н, окр. д. Зазыбы 1, 18 км Ю г. Витебска, ЮЗ бер. оз. Замошье, черноольшаник, сифтование подстилки, h = 158 м, 55.026808° N, 30.263056° E, 28.03.2025 (С, Е. А. Держинский), 1 экз.

Сем. HYDROCHIDAE Thomson, 1859 (Влаголюбы)

Hydrochus megaphallus van Berge Henegouwen, 1988. Крайне локален на севере. **Витебская обл.**, Витебский р-н, г. Витебск, Октябрьский р-н, ул. Гагарина, р-н ЛТП № 4, северный берег прудов, под тростником в воде, h = 148 м, 55.236297° N, 30.258034° E, 15.04.2023 (С), 12 экз. (из них 3 самца отпрепарированы); ул. Гагарина, 294, вост. берег прудов, ивняк крапивный, сифтование у основания ивы, h = 149 м, 55.233994° N, 30.272835° E, 15.04.2023 (С), 1 самка.

Сем. GEORISSIDAE Laporte de Castelnau, 1840 (Илоносцы)

6Georissus crenulatus*** (Rossi, 1794). Довольно редок и локален в республике. **Брестская обл.**, Брестский р-н, 3 км СЗ д. Селяхи, просев скошенной травы у мелиоративного канала, h = 150 м, 51.615389° N, 23.570205° E, 06.04.2024 (Куз), 8 экз. (1 самец отпрепарирован).

Сем. HISTERIDAE Gyllenhal, 1808 (Карапузики)

3Hister helluo*** Truqui, 1852. Редок и локален. Встречается в различных биоценозах, где связан с кормовой базой. Монофаг личинками синего ольхового листоеда (*Agelastica alni*). **Витебская обл.**, Оршанский р-н, 2 км В г. Орши, лев. берег р. Днепр, долина ручья Ореховец, мелколиственно-широколиственный лес, ловушки, линия 1, h = 172 м, 54.513481° N, 30.451785° E, 11–25.05.2024 (Р), 1 экз. И новый локалитет: Шумилинский р-н, д. Слобода, кошение по сев. берегу оз. Среднее (тростники, ольха серая), точка 2, h = 152 м, 55.328674° N, 29.751941° E, 24.06.2024 (С), 2 экз.

Platysoma elongatum elongatum (Thunberg, 1787). Локален, но в местах обитания под корой сосен – обычен. **Брестская обл.**, Брестский р-н, д. Орхово (к югу от с. Томашовка), окр. Орховского вдхр., сосновый лес, под корой сосны, 15–16.08.2020 (Куз), 9 экз. **Гомельская обл.**, Брагинский р-н, 3 км ЮЮВ д. Вялье, дубово-сосновый лес с осинкой, вырубка, под корой сосновых бревен, h = 119 м, 51.537660° N, 30.496768° E, 14.05.2020 (С, В. М. Коцур), 40 экз.

3Carcinops (s. str.) pumilio*** Erichson, 1834. Местами редок и локален. Отмечен в гниющих растительных остатках. **Витебская обл.**, Оршанский р-н, 2 км В г. Орши, 4-я Береговая ул., лев. берег р. Днепр, суходольный луг, под скошенной травой, заселенной полевками, $h = 171$ м, 54.512581° N, 30.442743° E, 18.11.2024 (Р), 1 экз.

6Teretrius fabricii*** Mazur, 1972. Довольно редок и локален в регионе. Встречается в трухе или под корой лиственных деревьев, часто заселенных муравьями. **Брестская обл.**, Брестский р-н, 3 км СЗ д. Селяхи, под корой дуба с *Lasius niger*, $h = 153$ м, 51.613029° N, 23.569526° E, 06.04.2024 (Куз), 1 экз.

6*Aeletes atomarius*** (Aubé, 1842). Крайне редок и локален. **Брестская обл.**, Брестский р-н, 3 окраина аг. Томашовка, ива с сухообочиной от комля + *Lasius* sp., просев трухи, 51.559632° N, 23.591264° E, $h = 156$ м, 10.09 – 07.10.2022 (Куз), 1 экз.; 1 км Ю д. Орхово (к югу от с. Томашовка), сосняк лишайниковый, в старой березе, заселенной *Formica truncorum* + пораженной трутовиками, под корой, $h = 167$ м, 51.534200° N, 23.612217° E, 17.06.2024 (Куз), 5 экз.

2, 3Acrilus (s. str.) nigricornis*** (Hoffmann, 1803). Локален, но в разлагающихся растительных остатках, в компосте нередок. **Витебская обл.**, Оршанский р-н, 2 км В г. Орши, лев. берег р. Днепр, долина ручья Ореховец, мелколиственно-широколиственный лес, ловушки, $h = 158$ м, 54.517487° N, 30.449618° E, 28.05 – 04.06.2023 (Р), 1 экз. **Минская обл.**, Минский р-н, С окр. Минска, ул. Пригородная, парк, просев компоста у частного сектора, 53.940882° N, 27.556374° E, $h = 211$ м, 18.10.2022 (Куз), 2 экз. **Брестская обл.**, Брестский р-н, д. Орхово (к югу от с. Томашовка), растительный компост у фермы, 51.539419° N, 23.609241° E, $h = 168$ м, 10.10.2020 (Куз), 3 экз.; компостный полигон (просев гнилого зерна с растительными остатками), 51.537024° N, 23.598497° E, $h = 155$ м, 09.11.2023 (Куз), 3 экз.

Abraeus (s. str.) perpusillus Marsham, 1802. Локален, но в местах обитания нередок. **Брестская обл.**, Брестский р-н, 3 окраина аг. Томашовка, ива с сухообочиной от комля + *Lasius* sp., просев трухи, на 51.559632° N, 23.591264° E, $h = 156$ м, 10.09 – 07.10.2022 (Куз), более 60 экз.

6*A. (Postabraeus) parvulus*** Aubé, 1842. Редок и локален в регионе. Встречается в старых лиственных дуплистых деревьях, ведет довольно скрытный образ жизни в трухе или гнилой древесине вблизи гнезд муравьев из родов *Lasius* и *Formica*. **Брестская обл.**, Брестский р-н, 3 км ЮВ аг. Томашовка, уроч. Александровка, под корой дуба с *Lasius brunneus*, 51.525126° N, 23.621410° E, $h = 167$ м, 16.04.2022 (Куз), 4 экз.

1Chaetobraeus (s. str.) globulus*** (Creutzer, 1799). Обитает в сухом навозе КРС с мая по сентябрь. **Витебская обл.**, Витебский р-н, 4 км В

г. Витебска, окр. аг. Тулово, сифтование гнилых яблок и растительных остатков на компостном полигоне, h = 155 м, 55.198280° N, 30.323528° E, 29.09.2023 (С, Куз), 1 самец (препарат).

6**Atholus bimaculatus* (Linnaeus, 1758). Обычен, но локален, отмечен в компостных кучах. **Брестская обл.**, Брестский р-н, 3 км ЮВ аг. Томашовка, уроч. Александровка, падаль на суходоле, 06–07.06.2022 (Куз), 1 экз.; 1 км ЗЮЗ д. Орхово (к югу от с. Томашовка), компостный полигон, в гнилом зерне с картошкой (горящий компостный субстрат), 51.537024° N, 23.598497° E, h = 155 м, 27.10.2023 (Куз), 2 экз.

Список использованной литературы

1. The check-list of Belarus Coleoptera / O. Aleksandrowicz, A. Pisanenko, S. Ryndevich, S. Saluk. – Slupsk : Publishers Pomeranian University, 2023. – 189 p.

[К содержанию](#)

УДК 595.794

Е. А. ТАРАСЕНКО, Д. О. КОРОТЕЕВА
Беларусь, Минск, БГУ

ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЖАЛОНОСНЫХ ПЕРЕПОНЧАТОКРЫЛЫХ (HYMENOPTERA: ACULEATA) – ПОСЕТИТЕЛЕЙ СОЦВЕТИЙ ЗОЛОТАРНИКА КАНАДСКОГО (*SOLIDAGO CANADENSIS* L.) В УСЛОВИЯХ БОРИСОВСКОГО РАЙОНА (МИНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Ключевые слова: жалоносные перепончатокрылые, биоразнообразие, биологические инвазии, *Solidago canadensis* L.

В последние годы заметно возрос научный интерес к взаимосвязям между инвазивными видами растений и опылителями. Эта проблема представляет особую важность для экосистем, где активное распространение золотарников (*Solidago canadensis* L.) наносит существенный ущерб местной флоре и биологическому разнообразию в целом. На соцветиях золотарников нами было зарегистрировано девять видов жалоносных перепончатокрылых. Соответствующими отнесению к группе доминирующих видов являются *Polistes dominula*, многочисленных – *Polistes nimpha*.

На сегодняшний день золотарники повсеместно распространены по территории Беларуси и встречаются в растительных сообществах разных биоценозов страны. Род *Solidago* L. принадлежит к семейству Сложноцветные и насчитывает 125 видов, часто полиморфных. Все главное

видовое разнообразие сосредоточено в Северной Америке. Внедрение чужеродных видов в естественные биоценозы может приводить к серьезным изменениям в структуре энтомокомплексов антофильных насекомых. Инвазивные золотарники североамериканского происхождения *Solidago canadensis* L. s.l., произрастающие в различных регионах Беларуси, негативно влияют на биоразнообразие аборигенных флоры и фауны [1; 2]. Оценка таксономической структуры сообществ посетителей инвазивных *Solidago* может представлять значительный интерес для понимания механизмов и масштабов их воздействия на естественные биоценозы Беларуси.

Сбор материала осуществлялся в летне-осенний период 2025 г. в садовом товариществе «Держинец» (Борисовский район, Минская область). Насекомые были собраны вручную в пластиковые пробирки и смонтированы в энтомологическую коллекцию. Таксономическая принадлежность коллектированных посетителей соцветий была установлена в соответствии со специализированными ключами [3; 4].

На соцветиях золотарника нами было зарегистрировано 51 имаго перепончатокрылых, принадлежащих 9 видам, 3 семействам и 2 надсемействам. Относительное обилие отдельных видов жалоносных перепончатокрылых, отмеченных на соцветиях золотарников, было оценено с помощью предложенной Ю. В. Песенко [6] ограниченной сверху 5-балльной логарифмической шкалы. Таксономическая структура рассматриваемого комплекса, а также отнесение отдельных видов к соответствующим классам обилия отражены в таблице.

Таблица – Структура комплекса жалоносных перепончатокрылых – посетителей соцветий инвазивных золотарников (*Solidago*) в условиях Борисовского района (Минская область) и отнесение видов к соответствующим классам обилия

Вид	Количество особей	Соответствующий класс обилия
Надсемейство APOIDEA: Семейство Andrenidae		
<i>Andrena denticulata</i> (Kirby, 1802)	1	1
Семейство Apidae		
<i>Apis mellifera</i> (Linnaeus, 1758)	5	3
Надсемейство VESPOIDEA: Семейство Vespidae		
<i>Polistes nimpha</i> (Christ, 1791)	13	4
<i>Polistes dominula</i> (Christ, 1791)	28	5
<i>Vespula vulgaris</i> (Linnaeus, 1758)	3	2
<i>Vespa crabro</i> (Linnaeus, 1758)	1	1

В рассматриваемой выборке преобладали оособразные (88,2 % от общего числа особей). Морфологические особенности золотарника,

в частности произрастание в виде сплошных высоких зарослей на протяжении достаточно длительного периода времени, обеспечивает питающихся на соцветиях имаго средой как для охоты на других насекомых с целью выкармливания личинок, так и для построения гнезд.

Исходя из полученных данных, делаем вывод, что доминирующими в условиях рассматриваемого стационара оказались социальные бумажные осы *Polistes dominula*, посещающие соцветия золотарников для питания и охоты. Представители этого вида часто встречаются на соцветиях золотарников и обильно представлены в выборках посетителей *Solidago canadensis* в условиях различных биотопов, что уже было отражено нами в ряде научных работ [6; 7].

Многочисленными видами оказались *Polistes nimpha*, обладающие сходными с *Polistes dominula* морфологическими признаками и поведенческими особенностями. Имаго остальных видов встречались в единичных экземплярах и отнесены к 1–2 классам обилия.

Таким образом, комплекс посетителей соцветий золотарников в условиях ст. Держинец Борисовского района Минской области отличается преобладанием своеобразных, в частности бумажных ос рода *Polistes*. В дальнейшем планируется продолжение исследований комплексов посетителей соцветий золотарников в Минской области.

Список использованной литературы

1. Мотыль, М. Инвазивные растения: проблемы и опыт искоренения в Беларуси / М. Мотыль, В. Титок // Наука и инновации. – 2019. – № 4 (194). – С. 76–79.
2. Wild pollinator communities are negatively affected by invasion of alien goldenrods in grassland landscapes / D. Moron, M. Lenda, P. Skorka [et al.] // Biological Conservation. – 2009. – Vol. 142. – P. 1322–1332.
3. Медведев, Г. С. Определитель насекомых европейской части СССР. В 3 т. Т. 3. Перепончатокрылые. Ч. 4 / Г. С. Медведев. – Л. : Наука, 1986. – С. 167–198.
4. Dvořák, L. Key to the paper and social wasps of Central Europe (Hymenoptera: Vespidae) / L. Dvořák, S. P. M. Roberts // Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae. – 2006. – Vol. 46. – P. 221–244.
5. Песенко, Ю. А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях / Ю. А. Песенко. – М. : Наука, 1982. – 288 с.
6. Коротеева Д. О. Структура сообществ жалоносных перепончатокрылых (Hymenoptera: Aculeata) – посетителей соцветий инвазивных золотарников (*Solidago*) в условиях урбанизированной среды г. Минска / Д. О. Коротеева // Веснік Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 5, Эканоміка. Сацыялогія. Біялогія. – 2022. – Т. 12, № 2. – С. 101–109.

7. Коротеева, Д. О. Таксономический состав жалоносных перепончатокрылых (Hymenoptera: Aculeata) – посетителей соцветий инвазивных золотарников (Solidago) в условиях Могилевской области / Д. О. Коротеева, Е. А. Тарасенко // Зоологические чтения : сб. науч. ст., посвящ. памяти д-ра биол. наук, проф. В. Н. Шнитникова / ГрГУ им. Янки Купалы ; редкол.: О. В. Янчуревич (гл. ред.), А. В. Рыжая. – Гродно : ГрГУ, 2025. – С. 135–136.

К содержанию

УДК 658.87

С. М. ТОКАРЧУК, М. Г. БОРИСЮК, А. В. НЕСТЕРОВИЧ

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

ОСОБО ОХРАНЯЕМЫЕ ПРИРОДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ БРЕСТА

Введение. Особо охраняемая природная территория (далее – ООПТ) – часть территории страны с ценными природными комплексами и (или) объектами, в отношении которой установлен особый режим охраны и использования. ООПТ подразделяются на следующие категории: заповедники, национальные парки, заказники, памятники природы [1].

В городской среде ООПТ служат не только местом сохранения биологического и ландшафтного разнообразия, но и рекреационными зонами, способствующими улучшению качества жизни горожан и их экологическому образованию. В то же время городские жители часто не знают о наличии в городе охраняемых территорий, а также об особенностях их размещения. Таким образом, большое значение имеет изучение собственно городских охраняемых территорий, а также создание картографических материалов, отображающих их местоположение и сопровождающихся фотографиями, текстовыми описаниями и дополнительными гиперссылками.

Материал и методика исследования. Объектом исследования являются особо охраняемые природные территории г. Бреста. Предмет исследования – географические особенности их размещения, структура и потенциал использования в целях устойчивого природопользования.

Цель исследования – выполнить характеристику, выявить географические особенности распространения ООПТ в пределах г. Бреста.

Информационной базой исследования являются официальные материалы Брестского областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды, интернет-источники [2], а также данные полевых наблюдений.

Особо охраняемые природные территории г. Бреста. На территории г. Бреста насчитывается 13 особо охраняемых природных территорий, включая 2 заказника местного значения, 1 памятник природы республиканского значения и 10 памятников природы местного значения. Эти объекты не только выполняют природоохранную функцию, но и представляют собой важные элементы городского экологического каркаса, обладающие высоким туристическим и рекреационным потенциалом.

Заказник местного значения «Брестский» был учрежден в 1995 г. с целью сохранения популяций редких и исчезающих видов животных и растений. Он расположен в черте г. Бреста, на его восточной окраине, южнее бывшей деревни Вычулки.

Заказник местного значения «Барбастелла» был объявлен в 2000 г. в целях сохранения и увеличения численности уникальной, самой крупной на территории Беларуси зимующей популяции редких и исчезающих видов рукокрылых – широкоушки европейской. Территория заказника находится в пределах объекта историко-культурной ценности Республики Беларусь – форта А Брестской крепости.

Ели обыкновенные змеевидной формы «Брестские» – единственный памятник республиканского значения на территории города. Они находятся в западной части Парка культуры и отдыха на участке совместно с елями обыкновенными. Данное насаждение является самым старым ООПТ в городе, было объявлено охраняемой территорией в 1963 г.

Из 10 памятников природы местного значения восемь являются ботаническими, по одному памятнику относится к гидрологическому и геологическому виду.

Дуб черешчатый пирамидальной формы произрастает за административными зданиями площади Ленина в пределах сквера Элизы Ожешко (сквер по ул. Энгельса). Возраст дуба оценивается примерно в 90 лет. Памятником природы был объявлен в 1999 г.

16 декабря 1999 г. были официально зарегистрированы два ботанических памятника природы, которые размещаются в пределах детского сада № 16 г. Бреста. Детский сад размещен на ул. Комсомольской, дом 16.

Бук лесной был объявлен памятником в 1999 г., его возраст составляет около 80 лет, а его высота более 16 м.

Вишня птичья представляет собой экземпляр вишни птичьей возрастом около 80 лет и высотой 15 м. Дерево находится в ослабленном состоянии, но продолжает плодоносить.

Плющ обыкновенный – ботанический памятник природы, расположенный на территории Тришинского кладбища. Плющ был признан памятником природы 16 декабря 1999 г., его площадь составляет 0,0035 га. Этот экземпляр плюща, возрастом около 80 лет, поднимается по стволу акации белой и также характеризуется ослабленным состоянием.

30 декабря 2019 г. в Бресте были объявлены ботаническими памятниками природы местного значения сразу четыре объекта.

Берестейские платаны находятся в Парке культуры и отдыха и представляют собой несколько экземпляров платана кленолистного. Они относятся к старовозрастным деревьям, находятся в хорошем состоянии. Один из платанов является одним из лучших экземпляров данного дерева в стране. Площадь памятника составляет 0,016 га.

Брестский пихтарник расположен в пределах городского сада, площадь составляет 0,0065 га. В настоящее время данный памятник природы представляет собой один экземпляр пихты белой.

Брестские гледичии – ботанический памятник природы, расположенный вдоль жилых домов по ул. Ленина в непосредственной близости от городского сада и сквера на набережной Франциска Скорины. Он занимает площадь 0,008 га. В рамках охраны памятника сохраняются несколько крупных экземпляров, которые находятся в хорошем состоянии.

Бульварный каштан расположен на пересечении ул. Гоголя и бульвара Космонавтов. Этот памятник природы имеет площадь 0,015 га и охраняется на специально организованной территории. Каштан растет в пределах созданного кольца на перекрестке улицы, под ним расположены малые архитектурные формы в виде плодов каштана.

30 ноября 2016 г. в Бресте были объявлены два памятника природы местного значения – геологический и гидрологический.

Торфяник «Дубровка» – геологический памятник природы. Его охраняемая зона ограничена условной линией, представляющей собой треугольник, очерченный границами отвода железной дороги в пределах одноименного микрорайона. Торфяник «Дубровка» служит одним из двух мест городского пространства, где гнездится серая неясыть [2].

Брестская родниковая струга – это гидрологический памятник природы, самый крупный родник г. Бреста, расположенный в лесопарковом массиве микрорайона Речица. Площадь памятника природы составляет 0,3944 га. Далее родник превращается в ручей, который впадает в заболоченную пойму р. Западный Буг. Территория родника является благоустроенной. Есть лавочка и мусорка, посажены новые деревья, ближе к дороге сделан декоративный забор из шин.

Список использованной литературы

1. Об охране и использовании дикой флоры : Закон Респ. Беларусь от 13 июля 2018 г. № 150-3 // Национальный правовой интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=H11800150> (дата обращения: 26.10.2025).

2. Карта особо охраняемых природных территорий Республики Беларусь // Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь : [сайт]. – URL: https://ecoportal.gov.by/bioraznoobrazie/osobo-okhranyaemye-territorii/index.php?sphrase_id=22137 (дата обращения: 01.10.2025).

К содержанию

UDK 581.526.425:504.054(575.1)

D. B. FAYZULLAEVA

Uzbekistan, Samarkand, SamSU

RESULTS OF AEROBIOLOGICAL MONITORING CONDUCTED IN THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN: A CASE STUDY OF THE SURKHANDARYA REGION

Abstract. During 2024–2025 continuous aerobiological research on atmospheric pollen has been undertaken in Termez City, situated in the Surkhandarya Region – an area of strategic importance in southern Uzbekistan. The Lanzoni VPPS 2010 volumetric sampler was employed to monitor airborne pollen composition and dynamics. Using this device, a total of 84 pollen taxa were identified, belonging to the divisions Angiospermae and Gymnospermae. Among them, 52 taxa were attributed to Angiospermae and 32 to Gymnospermae. Of the detected species, 22 were trees, 18 shrubs, and the remainder consisted of annual and perennial herbs. Tree-origin pollen represented approximately 55 % of the total pollen spectrum, whereas 45 % derived from other vegetation. The most frequent tree pollen types belonged to Cupressaceae (15 %), followed by Pinaceae, Fagaceae, and Betulaceae (each around 10 %). The prevailing herbaceous taxa included Rumex, Plantago, Ambrosia, and Artemisia, which are considered important allergenic sources within the regional atmosphere.

Keywords: atmospheric pollen, pollen calendar, allergenic species, aerobiology, monitoring.

1. Introduction. Pollen is recognized as one of the most significant airborne allergens responsible for triggering respiratory disorders such as allergic rhinitis, asthma, and conjunctivitis [1]. Most allergenic pollen grains are transported by wind and can travel considerable distances. Numerous studies across the world, including those carried out in Uzbekistan, have aimed to assess the concentration and distribution of atmospheric pollen. The abundance of pollen in the air depends on climatic parameters, local vegetation composition, altitude, and other ecological factors. Given these interrelations, the present research explores the link between pollen concentration, dominant taxa, and meteorological variables in the Surkhandarya Region – one of Uzbekistan’s key ecological zones. On the basis of monitoring results, a regional pollen calendar

was developed, defining the main flowering periods and identifying the number of days with high allergenic potential for sensitive individuals. Because pollen release occurs only during flowering, determining the seasonal peaks specific to each taxon under local climatic conditions is essential. Moreover, the active introduction of ornamental, agricultural, and exotic plant species highlights the importance of continuous aerobiological monitoring and regular updates to the regional pollen database [1; 2].

2. Materials and methods. Currently, several systems for conducting aerobiological monitoring are being developed worldwide; however, none have been implemented in a fully integrated manner. In fact, such systems are absent in Uzbekistan and the broader Central Asian region. In collaboration with the “Allergology” Center of the Republic of Uzbekistan, scientific research was initiated in Termiz city to study, for the first time, the aeropalynological composition of the urban atmosphere. A Lanzoni VPPS 2010 device was installed on the roof of a centrally located university building, at least 5 meters above ground level [6]. Using this device, the dynamics and properties of pollen found in the city’s atmosphere were examined [3–5]. Inside the instrument, a special drum with a tape continuously records weekly air samples. Based on these recordings, permanent microscope slides are prepared and analyzed using light or electronic scanning microscopy (Figure).



Figure – General view of the Lanzoni VPPS 2010 device and prepared microscopic slides

The study aimed to determine the start, end, and duration of dominant pollen seasons, pollen concentration using the volumetric method, and the number of high-risk days for sensitive individuals. The main objective of our research was to analyze the relationship between the collected data and various meteorological factors such as daily temperature, wind speed, humidity, and total precipitation.

3. Results and discussion. The International Center for Molecular Allergology has identified 22 plant species in Uzbekistan responsible for allergic reactions. Under the Center's initiative, aerobiological monitoring is being implemented across all regions of the country, with active observations currently conducted in eight regions. The obtained data are systematically analyzed and presented to the public online. Similar palynological studies are also being carried out in the Surkhandarya region. In addition to pollen, the types and quantities of airborne microorganisms are determined microscopically. Based on the findings, the seasonal dynamics, peak concentrations, and high-risk days of allergenic pollen grains in the air of Termiz city were identified (Table).

Table – Characteristics of the main pollen season (MPS) for the most important taxa: start and end dates, season duration (days), and maximum monthly pollen concentration values (pollen/m³)

Taxa	Main pollen season	Season duration(days)	Maximum monthly pollen concentration / m ³	Risk of the day
<i>Poaceae</i>	01.04 – 20.07	111	17-may – 11	–
<i>Pinaceae</i>	01.02 – 9.07	170	22-aprel – 13	–
<i>Cupressaceae</i>	05.01 – 18.06	175	22-aprel – 13	–
<i>Alnus</i>	01.02 – 27.06	147	7-aprel – 11	–
<i>Ulmus</i>	02.02 – 23.06	142	26-mart – 40	–
<i>Tilia</i>	02.04 – 07.06	66	14-may – 8	–
<i>Rumex</i>	25.03 – 02.06	69	26-mart – 11	–
<i>Plantago</i>	25.03 – 24.07	121	16-aprel – 13	–

Aerobiological monitoring was conducted throughout the year, from January to December. The main flowering period of local plants began in early February and lasted until August. The flowering seasons of allergenic plant species in Termiz were examined based on data obtained from the pollen trap. The shortest pollination period was recorded for *Tilia*, while the longest belonged to the *Pinaceae* and *Cupressaceae* families. Meteorological parameters such as temperature, wind speed, pressure, and humidity were continuously monitored, as they directly influence pollen density. The average monthly temperature ranged from 7 °C to 34 °C, relative humidity from 36 % to 65 %, atmospheric pressure from 1009 to 1022 mb, and wind speed from 5 to 15 km/h.

Systematic studies of airborne pollen composition in the Surkhandarya region had not been previously conducted. Examining the seasonal distribution of pollen provides valuable data for preventing allergic diseases, developing preventive measures, and creating regional pollen calendars. During the study, pollen samples from about 100 plant species were microscopically analyzed, revealing 22 taxa – 16 arboreal and 6 herbaceous species. The highest pollen diversity was observed between April and June, with a peak in May (21 taxa, 31,21 % of the total count).

4. Conclusion. This study offers the first thorough understanding of how allergenic pollen varies in type, season, and quantity in the air of Termez City. Altogether, twenty-two kinds of pollen were found, and their amount was highest in May. The results show that pollen levels are closely influenced by weather conditions – mainly temperature, humidity, wind, and air pressure. These findings provide a useful basis for creating a regional pollen calendar and for taking preventive steps to lessen seasonal allergies in the Surkhandarya Region.

References

1. Akpınar, S. Determination of Atmospheric Pollen Grains by Volumetric Method in Sarıkamış District (Kars-Türkiye) / S. Akpınar, M. Altunoğlu // Preprints.org. – URL: <https://doi:10.20944/preprints202406.0076.v1> (Preprint).
2. Potoğlu-Erkara, İ. Relationship between meteorological factors and airborne pollen grains of Kızıltepe (Mardin) / İ. Potoğlu-Erkara, K. Osoydan, M. Karataş // Journal of Applied Biological Sciences. – 2016. – Nr 10 (1). – P. 33–40.
3. Micrometer insights into Nepeta genus / Sh. Jabeen, M. Zafar, M. Ahmed, M. Ajmal // Pollen micromorphology unveiled. – 2023. – January. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.micron.2023.103574> (date of access: 12.03.2026).
4. Jumayeva, Z. Palyno-morphological study of allergenic flora of Samarkand, Uzbekistan / Z. Jumayeva, A. Nozimova. – American Journal of Plant Sciences. – 2022. – Nr 14. – P. 533–541. – URL: <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=124997>(date of access: 12.03.2026).
5. Jumayeva, Z. Dynamics and characteristics of allergenic plant pollen in the Republic of Uzbekistan / Z. Jumayeva, N. Nurullayeva, A. Nozimova. – E3S Web of Conferences. – 2024. – Vol. 498. – URL: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202449802015> (date of access: 12.03.2026).
6. Palynological research conducted in the Republic of Uzbekistan focuses on the provinces of Samarkand and Surkhandarya / D. Fayzullaeva, Z. Djumaeva, K. Khaydarov [et al.] // E3S Web of Conferences. – 2025. – Vol. 632. – URL: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202563203002> (date of access: 12.03.2026).

К содержанию

УДК 598.244.2:502.2.05(476)

А. В. ЧЕРНОМОРЕЦ, И. Э. САМУСЕНКО

Беларусь, Минск, НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам

РЕЗУЛЬТАТЫ АНКЕТНОГО УЧЕТА БЕЛОГО АИСТА В БЕЛАРУСИ В 2024 Г.

Введение. Национальные учеты белого аиста (*Ciconia ciconia*) проводятся в Беларуси с 1957 г. [1; 2], а с 1974 г. страна принимает участие в международных переписях, которые организуются каждые 10 лет. Широкомасштабные учеты позволяют отслеживать динамику численности и распределения белого аиста в границах ареала и на отдельных его участках, в том числе и в нашей стране. По данным предыдущей переписи 2014–2015 гг., на территории Беларуси обитала одна из самых крупных группировок вида, насчитывающая около 8 % общемировой популяции [3].

Очередной национальный учет белого аиста в стране проведен в 2024 г. в рамках VIII Международной переписи вида [4]. Целью настоящей работы была оценка размера белорусской популяции белого аиста, выяснение регионального распределения и особенностей гнездования на основании анализа полученных анкетных данных.

Материал и методы. В 2024 г. рассылка электронных анкетных форм проводилась через региональные структуры Министерства природного ресурсов и охраны окружающей среды и Министерства образования для получения сравнимых данных с результатами предыдущих учетов. Проведение переписи широко освещалось в СМИ и социальных сетях, которые стали дополнительными каналами поступления информации. Сбор, обработка и анализ результатов проводились по стандартной международной методике с использованием аббревиатуры, принятой в исследованиях вида для обозначения фиксируемых показателей: $НРа = НРm + НР0 + НРх$; $НРm$ – число успешных пар (гнезд с птенцами); $НР0$ – число неуспешных пар (занимавших гнездо, но без птенцов); $НРх$ – число пар с неизвестным успехом гнездования [5].

Всего поступило и было обработано 749 анкет, содержащих сведения о гнездовании либо отсутствии аистов в 4047 населенных пунктах, относящихся к территории 804 сельских, поселковых и городских советов (далее – сельсоветы). Анкетированием были охвачены 117 из 118 административных районов страны, за исключением Бельничского района Могилевской области. Оценка численности белорусской популяции проведена с помощью экстраполяции поступившей информации на неохваченные анкетированием территории сельсоветов. Критерием охвата сельсовета

учетом служило наличие в анкетах сведений о гнездовании аистов хотя бы в одном населенном пункте на его территории. Если данные о гнездовании аистов из сельсовета не поступили, его территория считалась не охваченной учетом. Процент охвата территории рассчитывался для каждого административного района на основании официальных данных о количестве сельсоветов в районе, взятых из открытых интернет-источников. Экстраполяция проводилась отдельно по каждому району, а затем полученные значения суммировались для получения общей численности по области.

Объективное несовершенство метода анкетирования и неполный охват территории отдельных сельсоветов, особенно в местах высокой плотности гнездования вида, приводят к неизбежному занижению оценки численности белого аиста. Тем не менее результаты экстраполяции с учетом охвата территории анкетированием позволяют сравнивать современные анкетные данные с полученными ранее, поскольку до 2004 г. метод анкетирования был единственным способом оценки численности белого аиста в Беларуси [6]. Данные анкетирования также помогают точнее оценить региональное распределение вида и отслеживать динамику использования аистами различных типов гнездовых опор. Поэтому параллельно с учетом численности в ходе анкетирования собиралась информация о расположении жилых гнезд на различных опорах, что позволило проанализировать гнездовые предпочтения, частоту и динамику использования разных типов опор.

Результаты. Всего в анкетах поступили сведения о 12 500 гнездах белого аиста, из которых 11 551 было занято гнездящейся парой (таблица). В занятых гнездах доля успешных пар, которым удалось вывести птенцов, составила 91,8 %, а доля неуспешных пар – 3 %. У 5,2 % пар наличие или отсутствие птенцов установить не удалось.

Таблица – Основные результаты анкетных учетов белого аиста в Беларуси в 2024 г.

Область	Количество учтенных анкетированием пар				Охват территории (%)	Экстраполированная численность с охватом территории (НРа)
	гнездящихся (НРа)	успешных (НРm)	неуспешных (НРО)	с неизвестным успехом (НРх)		
Брестская	2610	2282	69	259	60,3	3964
Витебская	1513	1433	42	38	56,1	2205
Гомельская	1536	1425	74	37	74,0	2624
Гродненская	1639	1453	70	116	64,3	2526
Минская	2445	2265	45	135	71,0	3146
Могилевская	1808	1743	53	12	55,2	2368
Всего	11551	10601	353	597	64,3	16833

Данные о гнездовании хотя бы одной пары белых аистов в населенном пункте поступили из 64,3 % сельсоветов. Этот показатель принят за охват территории района либо области анкетированием. По областям он варьировал в пределах 55–74 %. Активность участия регионов в анкетировании повлияла на объем собранных данных. Наиболее активно в переписи участвовали жители Минской и Гомельской областей, наименее охваченными учетами оказались Могилевская и Витебская области.

Размер белорусской популяции с учетом экстраполяции результатов анкетирования на не охваченные учетом территории сельсоветов оценен в 16 833 гнездящиеся пары. Данную анкетную оценку можно считать лишь приблизительной и явно заниженной исходя из методики ее получения. Для более точной, приближенной к реальной оценке размера белорусской популяции белого аиста требуется дополнительная корректировка данных анкетирования путем их сравнения с результатами абсолютных учетов гнезд на контрольных площадках, что планируется выполнить позже.

По данным анкетирования, с учетом экстраполяции средняя плотность гнездования по стране составила 8,1 пары/100 км². Наибольшие плотности гнездования отмечены на западе страны – в Брестской (12,1 пары/100 км²) и Гродненской (10,1 пары/100 км²) областях. Наименее плотно заселены север и юго-восток страны: Витебская область – 5,5 пары/100 км², Гомельская область – 6,5 пары/100 км². В центральном и восточном регионах показатели плотности были средними: Минская область – 7,8 пары/100 км², Могилевская область – 8,1 пары/100 км²). Региональное распределение белого аиста, как и прежде, связано с наличием оптимальных условий гнездования вида в поймах рек, а также положением территории отдельных регионов по отношению к границам ареала вида.

В ходе анкетного учета также установлено, что в настоящее время 62,9 % аистов используют для строительства гнезд столбы ЛЭП, 19,6 % – деревья, 8,1 % – крыши строений, 7,9 % – водонапорные башни, 1,5 % – другие опоры (дымоходы, объекты инфраструктуры, хозяйственные сооружения и др.). За последнее десятилетие доля гнезд на наиболее опасных для птиц опорах ЛЭП возросла в 1,5 раза – с 40,6 % в 2014 г. [3]. Рост частоты использования таких опор требует принятия более действенных мер для минимизации негативных последствий.

Список использованной литературы

1. Крапивный, А. П. Распространение и численность белых аистов в Белоруссии / А. П. Крапивный // Орнитология. – 1959. – Вып. 2. – С. 143–146.
2. Лебедева, М. И. О численности белого аиста в СССР / М. И. Лебедева // Орнитология. – 1960. – Вып. 2. – С. 413–418.

3. Results of the 7th International White Stork Census 2014/15 // The Nature And Biodiversity Conservation Union (NABU). – URL: <https://bergenhusen.nabu.de/weissstorch/17202.html> (date of access: 31.10.2025).

4. Internationaler Weißstorchzensus 2024 // The Nature And Biodiversity Conservation Union (NABU). – URL: <https://bergenhusen.nabu.de/weissstorch/36307.html> (date of access: 31.10.2025).

5. Schüz, E. Zur Methode der Storchforschung / E. Schüz // Beitr. Vogelkde. – 1952. – Vol. 2. – S. 287–298.

6. Самусенко, И. Э. Современное состояние, распространение и биология белого аиста *Ciconia ciconia* (Linnaeus, 1758) на территории Беларуси : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.02.04 / Самусенко Ирина Эдуардовна ; Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр по биоресурсам. – Мн., 2013. – 27 с.

К содержанию

УДК 591.524-595.76

Д. С. ЮРЧИК, А. В. РЫЖАЯ

Беларусь, Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЖЕСТКОКРЫЛЫХ (COLEOPTERA) В ЛЕСОПАРКОВЫХ ЗОНАХ Г. ГРОДНО

Введение. Изучение видового состава, а также экологической и функциональной структуры животного населения биоценозов представляет как теоретический, так и практический интерес. Это помогает выявить механизмы адаптации организмов к конкретным условиям среды и проследить, как антропогенное воздействие изменяет структуру экосистем. Оценка распространенности и встречаемости жесткокрылых является важным компонентом мониторинга состояния биоценозов. Актуальность данной работы обусловлена необходимостью установления видового разнообразия жесткокрылых и их принадлежности к определенным экологическим группам на территории г. Гродно.

Целью данной работы является установление видового разнообразия и экологических комплексов жесткокрылых лесопарковых зон г. Гродно.

Задачи: 1. Установление видового состава жесткокрылых в условиях лесопарковых зон г. Гродно. 2. Выявление трофической структуры сообществ жесткокрылых и гигропреферендума.

Материалы и методы исследования. Сбор материала проводили в июне – сентябре 2025 г. на территории г. Гродно в четырех парках,

различающихся месторасположением и растительностью. ПП1 – лесопарк «Румлево», расположен в юго-восточной части города, на левом берегу р. Неман. Площадь – 84,9 га. Рельеф холмистый. Парк смешанного типа. Здесь сохранился естественный дубово-грабовый лес [1]. ПП2 – лесопарк «Пышки», примыкающий к городу с северо-запада, находится по обе стороны р. Неман. Площадь – 781,7 га. Рельеф холмистый. Доминируют сосняки [1]. ПП3 – лесопарк «Лососно» – сосняк мшистый, площадь – 45,7 га. Рельеф холмистый. Расположен на правом берегу р. Неман [1]. ПП4 – Томинский лес – сосняк березово-недотроговый, площадь – 33,9 га. Рельеф холмистый. Расположен в южной части города [1].

Методы сбора: установка ловушек Барбера, кошение энтомологическим сачком и сбор во время маршрутных обследований. В каждом парке устанавливали по восемь ловушек. При кошении энтомологическим сачком количество взмахов составило 25 по четыре повтора. Собранный материал раскладывали на ватных пластах. Для идентификации жесткокрылых использовали соответствующие ключи и описания, а также справочные материалы, размещенные на специализированных интернет-ресурсах [2].

За период с июня по сентябрь на исследуемых территориях выявлено 93 вида жесткокрылых, относящихся к 28 родам и 18 семействам. Общая численность составила 403 экземпляра. Проведенный таксономический анализ собранного материала выявил доминирование семейства Carabidae – 25 % от общего количества видов, второе место заняло семейство Cerambycidae – 15 %, третье – Curculionidae – 10 % (рисунок).

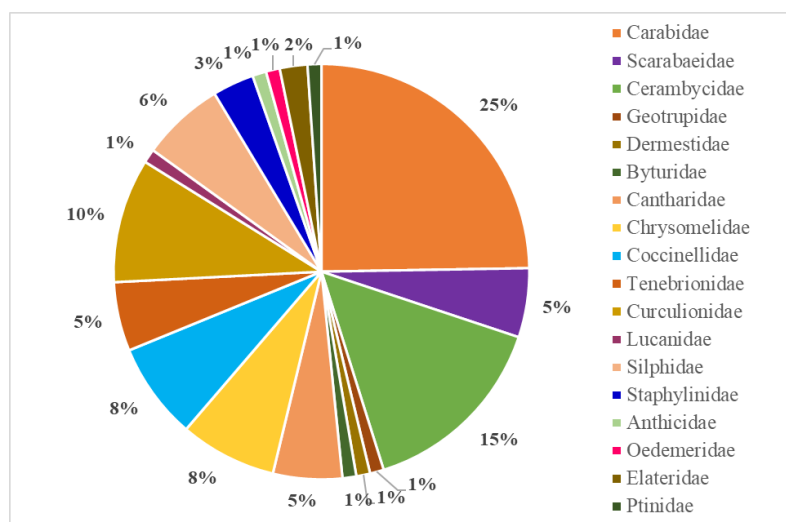


Рисунок – Процентное соотношение собранных семейств в исследуемых биотопах г. Гродно

На ПП1 было выявлено 30 видов; ПП2 – 57 видов; ПП3 – 25 видов; ПП4 – 29 видов.

Наибольшим показателем обладает ПП2, где удалось собрать представителей 15 семейств, из которых больше всего выделались семейства Carabidae и Cerambycidae по количеству пойманных видов.

Наименьшее количество семейств было собрано в ПП4 – 10 семейств, из которых выделилось семейство Carabidae по многочисленности собранных видов. На ПП1 и ПП3 было выявлено в каждом по 11 семейств, из которых так же выделилось семейство Carabidae.

По трофической принадлежности основу комплекса составили фитофаги, зоофаги, копрофаги, сапрофаги и детритофаги. При изучении экологических комплексов жесткокрылых исследованных участков установлено, что по пищевой специализации в наших сборах преобладают фитофаги – составляют 50 % от всех выявленных видов, также много видов, которые являются зоофагами (38 %). Остальные группы находятся в меньшинстве.

По степени увлажнения исследуемых биотопов в наших сборах 43 % выявленных видов относится к мезофилам (40 видов). Мезоксерофилы составили 31 % (29 видов), ксерофилы – 21 % (19 видов) и гигрофилы – 5 % (5 видов).

Обсуждение результатов. Наибольшее видовое разнообразие жесткокрылых зафиксировано в лесопарке «Пышки» (ПП2), что связано с его значительной площадью (781,7 га), разнообразием древесной растительности (сосняки с примесью лиственных пород) и наличием водных объектов вдоль русла Немана. Напротив, наименьшее разнообразие отмечено в Томинском лесу (ПП4), где доминируют монокультуры сосны, и высокая рекреационная нагрузка может ограничивать обитание чувствительных видов. Доминирование мезофильных видов (43 %) указывает на умеренно влажные условия большинства исследованных биотопов, что типично для смешанных и сосновых лесов юго-запада Беларуси. В сообществах жесткокрылых лесопарков г. Гродно преобладают фитофаги (40,28 %), что отражает высокую доступность растительных ресурсов, включая как древесную растительность, так и травянистый покров. Наличие зоофагов, сапрофагов, детритофагов и копрофагов свидетельствует о функциональном разнообразии сообществ и их участии в ключевых процессах экосистемы. Доминирование фитофагов типично для урбанизированных ландшафтов с умеренным антропогенным воздействием.

Список использованной литературы

1. Юрчик, Д. С. Сравнительная характеристика трофо-биотопической структуры жесткокрылых в лесопарковых зонах города Гродно / Д. С. Юрчик, А. В. Рыжая // Зоологические чтения : сб. науч. ст., посвящ. памяти д-ра

биол. наук, проф. В. Н. Шнитникова / ГрГУ им. Янки Купалы ; редкол.: О. В. Янчуревич (гл. ред.), А. В. Рыжая. – Гродно : ГрГУ, 2025. – С. 335–337.

2. Юрчик, Д. С. Таксономический анализ жесткокрылых насекомых лесопарковых зон г. Гродно / Д. С. Юрчик, А. В. Рыжая // Экологическая культура и охрана окружающей среды: IV Дорофеевские чтения : материалы междунар. науч.-практ. конф., Витебск, 29 нояб. 2024 г. – Витебск : ВГУ им. П. М. Машерова, 2024. – С. 120–122.

К содержанию

УДК 595.7:632.7:502.4(476)

Ф. Г. ЯКОВЧИК, С. В. БУГА

Беларусь, Минск, БГУ

ПОВРЕЖДЕННОСТЬ ТЕРАТФОРМИРУЮЩИМИ И МИНИРУЮЩИМИ ФИТОФАГАМИ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО (*QUERCUS ROBUR* L.) В ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ НАЛИБОКСКОЙ ПУЩИ

Дуб черешчатый (*Quercus robur* L.) в Беларуси принадлежит к числу лесообразующих древесных пород. Помимо лесопосадок, он широко используется в зеленом строительстве, присутствуя в разного типа зеленых насаждениях, поскольку включался в официальные ассортименты декоративных древесных растений для зеленого строительства Беларуси, в том числе в последний официально утвержденный [1]. Как в лесных массивах, так и в декоративных зеленых насаждениях *Q. robur* повреждается широким кругом фитофагов. Состав их комплекса уже был предметом целенаправленных исследований Е. М. Сетраковой. В подготовленной ею обзорной работе приведено 286 видов насекомых [2].

Характерной чертой дуба черешчатого является широкая, низкопосаженная крона. Подобная архитектура крон и наличие в нижнем ярусе облиствленных ветвей приводят к тому, что в отсутствие целенаправленной обрезки повреждения листвы фитофагами становятся особенно заметными в декоративных посадках и рекреационных зонах лесных массивов, снижая эстетическую ценность отдельных растений и насаждений в целом. Круг фитофагов *Q. robur* в зеленых насаждениях Гродненского Понеманья рассматривался в тематической статье Е. И. Гляковской и А. В. Рыжей [3].

Государственное природоохранное учреждение «Республиканский ландшафтный заказник “Налибокский”» было создано в 2005 г., т. е. совсем недавно [4]. Однако в период до 1951 г. в здесь функционировал

Вяловский заповедник, на территории Налибокской пуши исторически располагались немногочисленные населенные пункты, различавшиеся своими размерами и статусом. Озеленение сохранившихся населенных пунктов, осуществлявшееся преимущественно в советскую эпоху, отличается ограниченным видовым составом декоративных растений. В созданных в тот период декоративных посадках присутствуют как интродуцированные, так и аборигенные деревья и кустарники. В их числе широкое распространение имеет и дуб черешчатый, комплекс фитофагов которого и оценка заселенности ими растений ранее не являлись предметом целенаправленных исследований в условиях данного региона.

Материалы и методы исследований. Обследования посадок декоративных древесных растений, произрастающих в зеленых насаждениях населенных пунктов на территории Налибокской пуши, проводили в вегетационный сезон 2025 г. в соответствии со стандартной методикой исследований [5]. Уровень заселенности фитофагами оценивали с использованием 4-балльной шкалы, предложенной А. И. Блинцовым [6]. Идентификацию фитофагов по повреждениям выполняли с использованием ключей специализированного интернет-портала [7].

Результаты и их обсуждение. Для комплексов фитофагов дуба черешчатого (*Q. robur*) констатировано 2 вида минирующих и 6 видов тератформирующих фитофагов. Из числа галлообразователей дуб повреждали 2 вида полужесткокрылых (Hemiptera), 3 вида перепончатокрылых (Hymenoptera) и 1 вид двукрылых (Diptera), минеров – 1 вид чешуекрылых (Lepidoptera) и 1 вид перепончатокрылых насекомых.

Тля *Thelaxes dryophila* (Schrank, 1801) (Hemiptera: Aphidinea: Thelaxidae) – фоновый меристемофильный вид, колонизирующий вершины побегов. При высокой численности вызывает их слабую деформацию, на падевых выделениях насекомых развиваются сажистые грибы. Вспышки массового размножения, наиболее опасные для молодых растений, приходится на первую половину вегетационного сезона, но заселенность листовых пластинок тлями не превышала 10 % от числа пригодных для колонизации побегов.

Акациевая ложнощитовка (*Parthenolecanium corni* (Bouché, 1844)) (Hemiptera: Coccinea: Coccidae) при массовой колонизации может обуславливать остановку роста и последующее укорачивание побегов. В условиях Налибокской пуши регистрировалась на дубах повсеместно, однако заселенность не превышала 1 балла.

Обыкновенная дубовая, или яблоковидная, орехотворка *Cynips quercusfolii* (Linnaeus, 1758) (Hymenoptera: Cynipidae) является специализированным тератформирующим фитофагом дуба. Личинки летне-

осеннего поколения развиваются в крупных (до 20 мм диаметром) шаровидных галлах, заселенность этим фитофагом не превышала 1 балла.

Орехотворка *Andricus foecundatrix* (Hartig, 1840) – узкоспециализированный тератформирующий фитофаг. Летне-осенние галлы на вершинах побегов шишковидные. Заселенность этим галлообразователем не превышала 1 балла.

Орехотворка *Cynips agama* (Hartig, 1840) также является облигатным фитофагом дуба, образует некрупные (до 5 мм) округлые галлы желтовато-песочного цвета на нижней стороне листьев, заселенность им не превышала 1 балла.

Macrodiplosis pustularis (Bremi, 1847) – фоновый вид тератформирующих галлиц (Diptera: Cecidomyiidae). Личинки инициируют подворачивание края листовой пластинки, заселенность в период обследований не превышала 1 балла.

Phyllonorycter roboris (Zeller, 1839) из семейства молей-пестрянок (Lepidoptera: Gracillariidae) является специализированным фитофагом дуба. Личинки развиваются в округло-овальных пятновидных «стянутых» белесых минах на нижней стороне листовых пластинок. С верхней стороны напротив повреждения окраска соответствующего участка листа становится хлоротичной. Данный фитофаг имеет повсеместное распространение. В зеленых насаждениях населенных пунктов Налибокской пуши заселенность составляла 2 балла.

Profenusa rugmaea (Klug, 1816) – представитель семейства настоящих пилильщиков (Hymenoptera: Tenthredinidae). Личинки *P. rugmaea* развиваются в верхнесторонних пятновидных минах с быстро некротизирующимися стенками. Личинки окукливаются вне мин; при высокой плотности заселения камеры остаются изолированными, хотя визуально могут сливаться. Заселенность минером листовых пластинок оценивалась в 2 балла.

Таким образом, в вегетационном сезоне 2025 г. дуб черешчатый в зеленых насаждениях населенных пунктов Налибокской пуши повреждался ограниченным кругом фитофагов, среди которых 2 вида минеров-филлобионтов и 6 видов галлообразователей из отрядов полужесткокрылых, чешуекрылых, перепончатокрылых и двукрылых насекомых. Уровень заселенности тератформирующими фитофагами не превышал 1 балла, листовыми минерами – 2 баллов по 4-балльной шкале.

Список использованной литературы

1. Сидорович, Е. А. Ассортимент декоративных деревьев и кустарников для зеленого строительства Беларуси и рекомендации по оптимизации условий выращивания сеянцев / Е. А. Сидорович, И. М. Гаранович, А. И. Чаховский. – Мн. : Тэхналогія, 1996. – 62 с.

2. Сетракова, Е. М. Современное состояние изученности таксономического состава насекомых-филлофагов дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) в Беларуси / Е. М. Сетракова // Труды Белорусского государственного университета. – 2014. – Т. 9, ч. 2. – С. 236–245.

3. Гляковская, Е. И. Комплекс фитофагов-вредителей дуба черешчатого (*Quercus robur* L., 1753) в условиях зеленых насаждений Гродненского Понеманья / Е. И. Гляковская, А. В. Рыжая // Веснік Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 5, Эканоміка. Сацыялогія. Біялогія. – 2018. – Т. 8, № 2. – С. 108–113.

4. Республиканский ландшафтный заказник «Налибокский» : [сайт]. – URL: <https://заказник-налибоки.бел/ru/> (дата обращения: 27.10.2025).

5. Количественная оценка поврежденности инвазивными минирующими насекомыми листовых пластинок декоративных древесных растений : учеб. материалы / О. В. Синчук, А. С. Рогинский, В. В. Даниленок [и др.]. – Мн. : БГУ, 2016. – 30 с.

6. Блинцов, А. И. К методике определения устойчивости древесных растений к вредителям / А. И. Блинцов // Ботаника: (исследования). – 1986. – Вып. 27. – С. 126–127.

7. Plant Parasites of Europe – leafminers, galls and fungi. – URL: <https://bladmineerders.nl/> (date of access: 27.10.2025).

К содержанию

БИОРАЗНООБРАЗИЕ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ФЛОРЫ, ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЫ И УСТОЙЧИВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ. БИОИНДИКАЦИЯ И БИОТЕСТИРОВАНИЕ

УДК 581.9

В. М. АННАНИЯЗОВА, Н. М. МАТУСЕВИЧ

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

ЯДОВИТЫЕ РАСТЕНИЯ ОТДЕЛА «АГРОБИОЛОГИЯ»

Изучение таксономического состава ядовитых растений представляет собой одно из актуальных направлений современной ботаники и экологии [1]. Эти виды занимают особое место в растительном покрове, поскольку содержат широкий спектр биологически активных соединений – алкалоидов, гликозидов, сапонинов и эфирных масел, оказывающих токсическое действие на живые организмы [2].

Ядовитые растения не только представляют потенциальную опасность для человека и животных, но и играют важную роль в экосистемах, участвуя в формировании биоценозов, регуляции численности фитофагов и поддержании экологического равновесия [3].

На территории Республики Беларусь выявлено более 150 видов ядовитых растений, однако их распределение и таксономическая структура в отдельных флористических комплексах изучены недостаточно полно [1]. Интерес в этом отношении представляет отдел «Агробиология» Брестского государственного университета имени А. С. Пушкина, где сосредоточены коллекции культурных, декоративных, лекарственных и дикорастущих растений, среди которых встречаются многочисленные токсичные виды.

Исследования проводились на территории отдела «Агробиология». Для каждого вида фиксировались жизненная форма, систематическая принадлежность, токсичные органы и тип действующих веществ. При обработке данных использовались сведения из флористических справочников, атласов и токсикологических источников по флоре Беларуси [3–5].

В результате исследования установлено, что флористический состав отдела «Агробиология» насчитывает 788 видов сосудистых растений, из которых 65 видов обладают токсичными свойствами различной степени выраженности. Среди них есть как аборигенные, так и адвентивные представители, включенные в 52 рода, 27 семейств и 2 отдела *Magnoliophyta* и *Pinophyta*.

Наибольшее число ядовитых растений отдела «Агробиология» относится к семейству *Ranunculaceae* (лютиковые), представленному видами *Aconitum napellus* L. (аконит пятнистый), *Anemone nemorosa* L. (ветреница дубравная), *Ranunculus acris* L. (лютик едкий) и *Ranunculus repens* L. (лютик ползучий). Все представители семейства содержат раздражающие и нейротоксические вещества, вызывающие дерматиты и поражения нервной системы. Семейство *Solanaceae* (пасленовые) включает *Hyoscyamus niger* L. (белена черная), *Solanum dulcamara* L. (паслен сладко-горький) и *Datura stramonium* L. (дурман обыкновенный) – растения с тропановыми алкалоидами (атропин, скополамин, гиосциамин), обладающими выраженным нейротоксическим действием. К семейству *Apiaceae* (зонтичные) принадлежат *Conium maculatum* L. (болиголов пятнистый), *Cicuta virosa* L. (вех ядовитый) и *Carum carvi* L. (тмин обыкновенный), содержащие кониин, цикутоксин и эфирные масла, воздействующие на нервную и дыхательную системы. Семейство *Euphorbiaceae* (молочайные) представлено видами *Euphorbia helioscopia* L. (молочай блестящий) и *Euphorbia suparissias* L. (молочай лозный), млечный сок которых содержит сложные эфиры и смолы, вызывающие воспаление кожи и слизистых оболочек. Семейство *Papaveraceae* (маковые) включает *Chelidonium majus* L. (чистотел большой), богатый изохинолиновыми алкалоидами – хелидонином и берберином, оказывающими гепатотоксическое и нейротропное действие. Семейство *Fabaceae* (бобовые) в отделе представлено *Chamaecytisus ruthenicus* (раkitник русский), содержащим алкалоид цитизин, вызывающий угнетение дыхательного центра. К семейству *Taxaceae* (тиссовые) относится *Taxus baccata* L. (тис ягодный) – один из наиболее токсичных видов флоры, содержащий дитерпеноид таксин, способный вызвать остановку сердца. Кроме того, отдельные токсичные представители отмечены в ряде других семейств: *Convallariaceae* – *Convallaria majalis* L. (ландыш майский); *Polygonaceae* – *Polygonum bistorta* L. (горец змеиный); *Plantaginaceae* – *Plantago major* L. (подорожник большой) при передозировке вызывает раздражение ЖКТ; *Hypericaceae* – *Hypericum perforatum* L. (зверобой продырявленный); *Primulaceae* – *Primula veris* L. (первоцвет весенний); *Lamiaceae* – *Salvia officinalis* L. (шалфей лекарственный) и *Origanum vulgare* L. (душица обыкновенная); *Rosaceae* – *Prunus laurocerasus* L. (лавровишня), *Viburnum opulus* L. (калина обыкновенная), *Laburnum anagyroides* Medik. (бобовник анагировидный) [6–8].

Таким образом, наиболее богатым по числу и разнообразию токсичных представителей является семейство *Ranunculaceae*, за которым следуют *Solanaceae* и *Apiaceae*, что отражает общие закономерности распространения ядовитых растений в умеренных широтах Восточной Европы.

Среди выявленных видов встречаются как умеренно ядовитые растения (чистотел большой *Chelidonium majus*, зверобой продырявленный *Hypericum perforatum*), так и смертельно опасные (вех ядовитый *Cicuta virosa*, тис ягодный *Taxus baccata*, клещевина обыкновенная *Ricinus communis*). Особое внимание заслуживают виды, содержащие сильнодействующие алкалоиды и гликозиды: наперстянка пурпурная (*Digitalis purpurea*), ландыш майский (*Convallaria majalis*), белена черная (*Hyoscyamus niger*), аконит (*Aconitum napellus*).

Таксономический анализ показал, что покрытосеменные (*Magnoliophyta*) составляют 96,9 % всех ядовитых растений отдела, а хвойные (*Pinophyta*) – 3,1 %. Среди классов покрытосеменных преобладают двудольные (*Magnoliopsida*) – 84,6 %, тогда как однодольные (*Liliopsida*) составляют 15,4 %.

Наиболее широко представлены роды *Ranunculus*, *Aconitum*, *Euphorbia*, *Solanum*, *Aquilegia*, *Polygonatum*, *Digitalis*. Значительная часть видов обладает не только токсичными, но и лекарственными свойствами, что определяет их фармакологическую и хозяйственную ценность.

Список использованной литературы

1. Барбарич, А. И. Растительный мир Беларуси / А. И. Барбарич. – Мн. : Выш. шк., 2014. – 327 с.
2. Жизневский, В. И. Фитотоксикология / В. И. Жизневский. – СПб. : Наука, 2008. – 248 с.
3. Краснова, Т. А. Медицинская ботаника / Т. А. Краснова. – М. : Академкнига, 2015. – 255 с.
4. Юнусов, А. А. Экология ядовитых растений / А. А. Юнусов. – Ташкент : Фан, 2001. – 144 с.
5. Полевые методы исследования растений : учеб. пособие / А. С. Лукаткин, В. К. Левин, В. В. Лещанкина [и др.] ; под ред. А. С. Лукаткина. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2004. – 160 с.
5. Сахута, А. В. Ядовитые растения и их значение в практике / А. В. Сахута. – Мн. : Выш. шк., 2011. – 180 с.
6. Определитель высших растений Беларуси / под ред. В. И. Парфенова. – Мн. : Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.
7. Определитель высших растений Украины / Д. Н. Доброчаева, М. И. Котов, Ю. Н. Прокудин [и др.]. – Киев : Наук. думка, 1987. – 548 с.
8. Краткий определитель высших растений : практикум / М-во образования Респ. Беларусь, Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; сост.: М. П. Жигар, Н. М. Матусевич, В. И. Бойко [и др.]. – Брест : БрГУ, 2022. – 191 с., 62 с. ил.

К содержанию

УДК 635.347(470.3)

Л. Л. БОНДАРЕВА

Россия, Одинцово, Федеральный научный центр овощеводства

КАПУСТА ЯПОНСКАЯ: ПОПОЛНЕНИЕ СОРТИМЕНТА КАПУСТНЫХ КУЛЬТУР В СРЕДНЕЙ ПОЛОСЕ РОССИИ

Ассортимент выращиваемых овощных культур на территории Российской Федерации постоянно расширяется. Новые виды овощных культур, ранее неизвестные в широких масштабах, появляются на рынке. Одной из таких культур для средней полосы Российской Федерации является капуста японская. Благодаря скороспелости и ценным пищевым качествам, капуста японская в последние годы пользуется все большей популярностью.

Капуста японская является одной из нетрадиционных культур, которая относится к восточноазиатским видам капусты. Восточная ветвь вида *Brassica rapa* L. развилась предположительно из масличных форм, корнеплодной репы или обеих этих форм в Китае, а затем в Корее и Японии. Это скороспелые продуктивные культуры, отличающиеся наличием ценных биохимических соединений, относительно простые в выращивании, возможны несколько срезов листьев за сезон.

Особенность биохимического состава культур восточноазиатского вида (высокое содержание воды и низкое – жиров) обуславливает низкую калорийность капустных растений. Для них характерно высокое содержание углеводов и белков, включающих все незаменимые аминокислоты.

Китайская и японская капусты очень ценны по диетическим свойствам. Они относятся к группе зелено-желтых овощей, очень важных для полноценного питания. Содержат большое количество аскорбиновой кислоты, каротина, а также витамины В₁, В₂, РР, фолиевую кислоту, хлорофиллы, значительное количество минеральных элементов (калий, кальций, фосфор, железо). Капуста японская содержит достаточное количество селена (около 130 мг/кг). Необходимо отметить, что капуста японская аккумулирует небольшое количество нитратов (в пределах ПДК) и токсичного кадмия как в листьях, так и в корнеплодах [1–3].

Капуста японская наряду с пищевыми достоинствами отличается высокой декоративностью и устойчивостью к образованию цветоносов. Благодаря своим пищевым качествам она является незаменимой овощной культурой в Китае, Японии, Индонезии, Малайзии и во многих странах Европы. В России данный вид капусты до недавнего времени не имел

широкого распространения, однако наблюдающийся в последние годы рост спроса на свежую зелень способствует ее популяризации среди населения.

Таким образом, для средней полосы России огромный потенциал развития внутреннего производства свежей зелени, а также растущая популярность капусты японской как среди дачников, так и среди рестораторов и крупных тепличных производителей зелени обуславливают необходимость создания новых сортов, отвечающих строгим требованиям современного рынка.

Следует заметить, что капуста японская Салют Юбилею может дополнить ассортимент востребованных зеленых овощей, таких, например, как руккола, и даже больше приглянуться любителям данных культур, так как в ней значительно меньше содержание редечных масел, чем у рукколы.

В Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию в Российской Федерации на 2025 г., представлено 8 сортов данного вида капусты.

Имея высокие биохимические показатели в растениях капусты японской, важно правильно вырастить и получить максимально наибольшую отдачу урожая.

В Федеральном научном центре овощеводства (далее – ФГБНУ ФНЦО) удалось применить ряд агротехнических приемов для создания нового сорта, адаптированного для выращивания в защищенном и открытом грунте в условиях средней полосы Российской Федерации.

В процессе изучения морфологических и биохимических особенностей ряда перспективных образцов капусты японской в лаборатории селекции и семеноводства капустных культур ФГБНУ ФНЦО выделены наиболее приспособленные для возделывания в теплице и в открытом грунте, один из которых получил название Салют Юбилею.

В проведенных нами опытах семена высевали в кассеты с диаметром ячейки 5×5 см в третьей декаде апреля. Всходы появлялись на 3-и сутки после посева; через 12–14 суток сформировались растения с пятью настоящими листочками, которые можно было высаживать или в защищенном, или в открытом грунте по схеме посадки $60 (50) \times 40$ см.

Наиболее важными признаками продуктивности роста капусты японской являются ее масса и количество листьев. Оценку этих признаков проводили через каждые пять суток от начала высадки рассады в фазе 5–6 настоящих листьев. Спустя 25–30 суток формируется мощная листовая розетка, которую можно употреблять в пищу как салатную зелень.

Менее затратным способом может быть выращивание капусты японской прямым посевом в грунт. Посев семян в грунт рекомендуется проводить в третьей декаде июля. Следует помнить, что одним из злостных вредителей для капусты по-прежнему остается крестоцветная блошка,

которая может полностью уничтожить всходы. Поэтому рекомендуется проводить посев ранней весной и (или) во второй половине лета. Посевы в рекомендуемые сроки позволяют исключить или значительно снизить влияние крестоцветной блошки, также создаются наиболее оптимальные условия для выращивания растений технической спелости без образования цветоносов, так как это ухудшает вкусовые качества салатной зелени. У сорта Салют Юбилею длительно сохраняются товарные растения технической спелости. Установлено, что при посеве ранней весной цветоносы образуются на 53-е сутки [4].

Полученные результаты морфометрических и биохимических показателей сорта капусты японской Салют Юбилею могут быть использованы для выращивания в крестьянских (фермерских) хозяйствах, на дачных и садовых участках для расширения ассортимента капустных культур, для получения ранней, скороспелой зелени при посеве как в ранние сроки, так и во второй половине лета.

Список использованной литературы

1. Капуста японская – высокоценная овощная культура / В. Ф. Пивоваров, М. М. Тареева, В. Ю. Мухортов [и др.] // Картофель и овощи. – 2009. – № 9. – С. 13.

2. Артемьева, А. М. Генетическое разнообразие и биохимическая ценность капустных овощных растений рода *Brassica L.* / А. М. Артемьева, А. Е. Соловьева // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. – 2018. – № 4. – С. 50–61.

3. Артемьева, А. М. Изучение капустных культур коллекции ВИР в Заполярье / А. М. Артемьева // Северное земледелие. Овощные культуры : тез. докл. науч. семинара в рамках 100-летия север. земледелия, посвящ. 90-летию со дня рождения Л. В. Сазиной, Санкт-Петербург, 21 марта 2023 г. / Федер. ин-т генет. ресурсов растений им. Н. И. Вавилова ; под общ. ред. Ю. В. Ухватовой, Е. А. Соколовой. – СПб. : ВИР, 2023. – С. 28–29.

4. Капуста японская: особенности морфологических и биохимических показателей селекционного сортаобразца / Л. Л. Бондарева, А. И. Минейкина, Т. О. Паслова [и др.] // Овощи России. – 2020. – № 6. – С. 62–66.

К содержанию

УДК 582.26

В. Н. ГЕЛЕНКО

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

ТАКСОНОМИЯ АЛЬГОФЛОРЫ ОЗЕРА ВЫЧУЛКИ

Разнообразие водорослей напрямую зависит от особенностей водоема, наличия в нем различных химических веществ и загрязнителей. Изучение водорослей, обитающих в водоеме, позволяет охарактеризовать его и сделать выводы о его особенностях. В водной среде водоросли являются единственным продуцентом свободного кислорода, необходимого для дыхания водных организмов – как животных, так и растений. Водоросли, которым свойственны характерные признаки растительных организмов, – удобные модельные объекты для проведения разноплановых научных исследований. Водорослям отводят важную роль в решении ряда глобальных проблем, волнующих все человечество, в том числе продовольственной, энергетической, проблемы охраны окружающей среды, освоения космического пространства, недр Земли, богатств Мирового океана, фармацевтических препаратов, биологически активных веществ, новых объектов биотехнологии. Изучение водорослей представляет большой интерес для оценки биоразнообразия и мониторинга состояния пресноводных водоемов района, находящихся под угрозой или уже подверженных антропогенному воздействию, для прогнозирования и выработки рекомендаций по сохранению и нормальному функционированию природных комплексов [1; 2].

Известно более 40 000 видов водорослей, которые объединяются в 11 отделов [3]. В альгофлоре Беларуси установлено 1832 вида водорослей, вместе с внутривидовыми таксонами – 2338 представителей. Обнаруженные представители принадлежат к 363 родам, 134 семействам из 10 отделов. 71,4 % семейств входят в состав зеленых (34,6 %), синезеленых (19,5 %) и диатомовых (17,3 %) водорослей и включают 1508 видов (1940 таксонов), или 82,4 %. Наибольшим видовым разнообразием и числом таксонов обладают диатомовые и зеленые водоросли. Данные по числу видов и таксонов распределяются в следующей очередности: синезеленые, эвгленовые, золотистые, желтозеленые, динофитовые, криптофитовые и харовые водоросли [4].

Объектами исследования явились водоросли, обитающие в оз. Вычулки. Выполнение исследований предусматривало сбор проб воды и их анализ. Водоросли отбирали на различной глубине, на дне водоема, на поверхности различных субстратов в воде и на высших растениях, используя общепринятые методы сбора и изучения водорослей [3; 5–7].

Для определения водорослей использовался «Определитель пресноводных водорослей СССР» [8]. Таксономическая структура составлена согласно таксономическому каталогу [4].

В результате исследования в оз. Вычулки были обнаружены 13 родов водорослей, относящихся к 4 отделам, 7 классам, 8 порядкам, 12 семействам.

Отдел Синезеленые водоросли – *Cyanophyta*

Класс Хроококковые – *Chroococcophyceae*

Порядок Хроококковые – *Chroococcales* Geitt.

Семейство Микроцистовые – *Microcystidaceae* Elenk.

Род Микроцистис – *Microcystis* (Kütz.) Elenk.

Семейство Глеокапсовые – *Gloeocastaceae* Elenk. et Hollerb.

Род Глеокапса – *Gloeocapsa* (Kütz.) Holleb. em

Класс Гормогониевые – *Hormogoniophyceae*

Порядок Ностоковые – *Nostocales* (geitl.) Elenk. mut

Семейство Анабеновые – *Anabaenaceae* Elenk.

Род Анабена – *Anabaena* Bory

Отдел Диатомовые водоросли – *Bacillariophyta*

Класс Пеннатофициевые – *Pennatophyceae*

Порядок Бесшовные – *Araphales*

Семейство Фрагилляриевые – *Fragilariaceae* (Kütz.) D. T.

Род Фрагиллярия – *Fragilaria* Lyngb.

Род Синедра – *Synedra* Ehr.

Порядок Шовные – *Raphales*

Семейство Навикуловые – *Naviculaceae* Kütz.

Род Пиннулярия – *Pinnularia* Ehr.

Отдел Желтозеленые – *Xanthophyta*

Класс Ксантотриховые – *Xanthochariophyceae*

Порядок Трибонемовые – *Tribonematales*

Семейство Трибонемовые – *Tribonemataceae* Pascher

Род Трибонема – *Tribonema* Derbes et Solier

Отдел Зеленые водоросли – *Chlorophyta*

Класс Протококковые – *Protococcophyceae*

Порядок Хлорококковые – *Chlorococcales* Marchand

Семейство Анкистродесмовые – *Ankistrodesmaceae* Korschik.

Род Анкистродесмус – *Ankistrodesmus* Corda

Семейство Хлорококковые – *Chlorococcaceae* Blackman et Tansley

Род Хлорококк – *Chlorococcum* Menegh.

Семейство Ооцистисовые – *Oocystaceae* Bohlin

Род Хлорелла – *Chlorella* Beyer.

Семейство Сценедесмусовые – *Scenedesmaceae* Oltmanns

Род Сценедесмус – *Scenedesmus* Meyen

Класс Сифоновые – *Siphonophyceae*
 Порядок Кладофоровые – *Cladophorales*
 Семейство Кладофоровые – *Cladophoraceae* (hass.) Cohn
 Род Кладофора – *Cladophora* Kütz.
 Класс Улотриксовые – *Ulothrichophyceae*
 Порядок Улотриксовые – *Ulothrichales* Bohlin
 Семейство Улотриксовые – *Ulothrichophyceae* Kütz.
 Род Улотрикс – *Ulothrix* Kütz.

Как видим, в оз. Вычулки, несмотря на небольшое разнообразие альгофлоры, преобладают водоросли, относящиеся к отделу *Chlorophyta*, – 6 родов. В отделе *Cyanophyta* и *Bacillariophyta* обнаружено по 3 представителя. Отдел *Xanthophyta* представлен 1 родом.

Список использованной литературы

1. Топачевский, А. В. Пресноводные водоросли Украинской ССР / А. В. Топачевский, Н. П. Масюк. – Киев : Вища шк., 1984. – 336 с.
2. Биоиндикация и биотестирование в пресноводных экосистемах : учеб. пособие для высш. учеб. заведений / Н. В. Зуева, Д. К. Алексеев, А. Ю. Куличенко [и др.]. – СПб. : РГГМУ, 2019. – 140 с.
3. Лемеза, Н. А. Альгология и микология. Практикум : учеб. пособие / Н. А. Лемеза. – Мн. : Выш. шк., 2008. – 319 с.
4. Михеева, Т. М. Альгофлора Беларуси. Таксономический каталог / Т. М. Михеева. – Мн. : БГУ, 1999. – 396 с.
5. Методы изучения пресноводного планктона : метод. рук. / под ред. А. П. Садчикова. – М. : Ун-т и шк., 2003. – 157 с.
6. Михеева, Т. М. Методы количественного учета нанофитопланктона / Т. М. Михеева // Гидробиология. – 1989. – Т. 25, № 4. – С. 3–21.
7. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / под ред. В. А. Абакумова. – СПб. : Гидрометеиздат, 1992. – 318 с.
8. Забелина, М. М. Определитель пресноводных водорослей СССР / М. М. Забелина, И. А. Киселёв. – М. : Совет. наука, 1951. – 620 с.

К содержанию

УДК 581.5

Д. Н. ГОЛОВАЧ, Т. А. СЕЛЕВИЧ

Беларусь, Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

**МОНИТОРИНГ РЕДКИХ ВИДОВ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ
ОЗЕРА БЕЛОЕ (ЛУНИНЕЦКИЙ РАЙОН, БРЕСТСКАЯ
ОБЛАСТЬ)**

Биологический заказник республиканского значения «Лунинский» уникален прежде всего благодаря оз. Белое, которое является местом произрастания двух редких видов водных растений, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь. Это *Lobelia dortmanna* L. (I категория национального природоохранного значения) и *Isoëtes lacustris* L. (II категория национального природоохранного значения) [1]. По нашим наблюдениям, другие гидрофиты в озере отсутствуют. Было интересно сравнить встречаемость и обилие двух охраняемых видов за три вегетационных сезона и проанализировать возможные причины разногодичной изменчивости этих показателей.

Исследования проводили в течение трех вегетационных сезонов – 2022, 2023 и 2025 гг. Использовали детально-маршрутный метод: на мелководье озера в 2022 г. закладывали шесть пробных площадей, в 2023 и 2025 гг. увеличили число пробных площадей до восьми (к шести прежним площадям добавили еще две для более полного охвата озера по периметру). Очень щадящий сбор охраняемых растений выполняли вручную путем захода в воду, чаще прибегали к их фотографированию. Основным материалом для исследования послужили полевые флористические записи.

В таблице показано распределение изучаемых видов по пробным площадям в трех вегетационных сезонах с указанием баллов обилия. Наличие и обилие вида на пробной площади обозначено числом баллов (по 4-балльной шкале), отсутствие вида – прочерком.

Таблица – Распределение видов-гидрофитов оз. Белое по пробным площадям в трех вегетационных сезонах 2022, 2023 и 2025 гг.

Год	Название вида	Номера пробных площадей								Встречаемость, %
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
2022	<i>Isoëtes lacustris</i>	4*	–	3	–	–	4	не иссл.	не иссл.	50
2022	<i>Lobelia dortmanna</i>	4	1	4	1	1	4	не иссл.	не иссл.	100
2023	<i>Isoëtes lacustris</i>	3	–	–	–	–	–	–	–	13
2023	<i>Lobelia dortmanna</i>	4	–	3	–	4	2	–	–	50
2025	<i>Isoëtes lacustris</i>	2	–	1	–	–	1	–	–	38
2025	<i>Lobelia dortmanna</i>	3	–	3	–	3	2	–	–	50

В 2022 г. *I. lacustris* встретился на трех площадях из шести и имел высокое обилие. В 2023 г. *I. lacustris* был найден только на одной пробной площадке из восьми, причем на прежней первой (I) площадке, где его обилие незначительно снизилось по сравнению с 2022 г. Таким образом встречаемость *I. lacustris* значительно сократилась (формально с 50 до 13 %).

В 2025 г. *I. lacustris* сохранился на I площадке и восстановился на прежних III и VI площадях, однако значительно снизилось его обилие с достаточно высокого в 2022 г. до небольших редких куртин в 2025 г. Следует отметить, что и размеры полушника стали меньше, чем в прежние годы.

В 2022 г. *L. dortmanna* была обнаружена на всех шести пробных площадях, высокое обилие видно на I, III, VI пробных площадях, а на II, IV, V – небольшие редкие куртины. В 2023 г. *L. dortmanna* как бы пропала на II и IV прежних площадях и не добавилась на новых, VII и VIII. В итоге ее встречаемость однозначно сократилась по сравнению с предыдущим годом (с 100 до 50 %, опять-таки формально из-за увеличения числа пробных площадей). В 2023 г. обилие не изменилось, только на I пробной площадке, на III и VI площадях претерпело незначительное снижение. В 2025 г. *L. dortmanna* так и не восстановила свое присутствие на II и IV площадях и тем более не смогла заселить VII и VIII площадки, встречаемость сохранилась на уровне 2023 г. при слегка меньшем обилии.

Более низкую встречаемость обоих видов в 2023 г. по сравнению с 2022 г. отчасти можно объяснить довольно резкой разницей количества выпавших за период вегетации осадков. По данным Полесской метеостанции [2], суммы осадков в 2022 и 2023 гг. составили 327,5 мм и 600,9 мм соответственно. Повышенный уровень воды в озере в 2023 г. мог затруднить обнаружение небольших по размерам растений полушника и лобелии на площадях (после плодоношения цветоносы лобелии полегают и скрываются под водой). В 2025 г. сумма выпавших осадков была промежуточной (410 мм), и полушник удалось выявить на тех же площадях, что и в 2022 г. Однако уменьшилось его обилие: если в 2022 г. на I площадке он образовывал «зеленые луга» вместе с *L. dortmanna* (фото), то там же в 2025 г. в зарослях лобелии просматривались только его одиночные куртинки. В 2025 г. лобелия не восстановила свою встречаемость относительно 2022 г., ее заросли также стали более редкими.

Снижение к 2025 г. первоначального обилия обоих видов на площадях, снижение встречаемости лобелии и измельчение особей полушника могут быть реакцией на усиление эвтрофирования водоема, которое было зафиксировано даже несколькими годами ранее для оз. Белое в работе [3]. По нашим последним наблюдениям, озеро испытывает значительную рекреационную нагрузку, которая с каждым годом растет, что является

следствием рекламы в социальных сетях. Людей привлекают высокая прозрачность воды (по нашим данным, не менее 3 м), песчаные берега; по всему периметру, за исключением оборудованного пляжа, сосновый лес. Отдыхать приезжают со всей Беларуси. Естественно, что содержание биогенов в воде год от года повышается.



Фото – «Зеленые луга», образованные *Lobelia dortmanna* и *Isoetes lacustris* (25.09.2022). Фото автора

Проведенное исследование показало, что состояние популяций *L. dortmanna* и *I. lacustris* в оз. Белое нестабильное с некоторой тенденцией к ухудшению, что подтверждает актуальность проведения мониторинга в отношении этих охраняемых водных растений, для которых оз. Белое является единственной точкой произрастания в Белорусском Полесье.

Список использованной литературы

1. Красная книга Республики Беларусь. Растения: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / гл. редкол.: И. М. Качановский (пред.), М. Е. Никифоров, В. И. Парфенов [и др.]. – 4-е изд. – Мн. : Бел. Энцикл. імя П. Броўкі, 2015. – 448 с.
2. Архив погоды Полесской метеостанции : [сайт]. – URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/> (дата обращения: 31.10.2025).
3. Реликтовый вид полушник озерный (*Isoetes lacustris* L.): интегральный подход к изучению и проблемы сохранения генетического ресурса вида в Беларуси / Б. П. Власов, М. А. Джус, А. Н. Юхимук [и др.] // Современное состояние и перспективы развития особо охраняемых природных территорий (ООПТ) : сб. науч. ст. – Мн. : БГУ, 2019. – С. 175–181.

К содержанию

УДК 577.29

Н. В. ГУДНАЯ

Беларусь, Минск, Центральный ботанический сад НАН Беларуси

**ПОДБОР iPBS-МАРКЕРОВ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ
ГЕНЕТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПОПУЛЯЦИЙ
SIELLA ERECTA (HUDS.) M. PIMEN.**

Генетическое разнообразие, являющееся результатом долгосрочной эволюции, имеет основополагающее значение для способности вида выживать, адаптироваться и развиваться. Поэтому изучение генетических вариаций, генетической структуры, динамики популяций и их сложных взаимодействий имеет важное значение для разработки эффективных стратегий сохранения находящихся под угрозой исчезновения растений [1].

Siella erecta (Huds.) M. Pimen. – это многолетнее травянистое растение, произрастающее в прибрежной зоне озер, рек, ручьев и прудов. Согласно Красной книге Республики Беларусь, имеет III охранную категорию национального природоохранного значения [2]. Для изучения генетических характеристик *S. erecta* выбраны iPBS-маркеры, которые основаны на LTR-ретротранспозонах. Данный тип маркеров обладает рядом преимуществ: для анализа используются достаточно простые и дешевые аналитические системы; результаты, полученные с помощью iPBS, хорошо воспроизводимы; маркеры способны выявлять высокий уровень полиморфизма и могут быть применены ко всем видам эукариотических организмов [3].

Для подбора подходящих iPBS-маркеров выделяли геномную ДНК из предварительно высушенных в силикагеле листьев, собранных из девяти изучаемых популяций *S. erecta* (Huds.) M. Pimen. (Щара (Sch), Брест (Br), Каменюки (Km), Слоним (Sl), Ивье (Iv), Рыбаки (Rb), Мстиж (Mst), Кудричи (Kdr) и Голынец (Gl)). Выделение проводили с помощью набора реагентов «ДНК-Экстран-3» (Синтол). Качество и количество выделенной ДНК проверяли с помощью NanoPhotometer Pearl Implen GmbH (Мюнхен, Германия). Для подбора подходящих маркеров использовали 30 iPBS-праймеров [3] (таблица 1). ПЦР проводили в 25 мкл реакционной смеси, содержащей 25–50 нг ДНК, 5 мкл готовой смеси для ПЦР ScreenMix (Евроген), 1 мМ праймера для 12–13 п.н. праймеров или 0,6 мМ для 18 п.н. праймеров, воды.

Программа ПЦР состояла из 1 цикла при 95 °С в течение 5 минут, 34 циклов при 95 °С в течение 15 секунд, отжиг проводили при температуре 49,6–65,2 °С (в зависимости от праймера) в течение 60 секунд, элонгация 68 °С в течение 90 секунд. Финальная элонгация проводилась при 72 °С в течение 8 минут. Амплификацию проводили в программируемом

терморегуляторе GeneExplorer GE-48DG (Hangzhou Bioer Technology Co., Китай). Электрофорез проводили при напряжении в 65 V на протяжении 5 часов в 2 %-м агарозном геле. Для окрашивания геля использовали бромид этидия в течение 30 минут, а визуализировали с использованием системы UV Imager Gel Doc XR+ (Bio-Rad, США).

Таблица 1 – Праймеры, используемые в исследовании

I	II	III	I	II	III
2074	49,6	GCTCTGATACCA	2077	55,1	CTCACGATGCCA
2389	50,0	ACATCCTTCCCA	2390	56,4	GCAACAACCCCA
2373	51,0	GAACCTTGCTCCGATGCCA	2273	56,5	GCTCATCATGCCA
2277	52,0	GGCGATGATACCA	2394	56,5	GAGCCTAGGCCA
2376	52,0	TAGATGGCACCA	2220	57,0	ACCTGGCTCATGATGCCA
2375	52,5	TCGCATCAACCA	2242	57,0	GCCCCATGGTGGGCGCCA
2377	53,0	ACGAAGGGACCA	2076	59,2	GCTCCGATGCCA
2378	53,0	GGTCCTCATCCA	2271	60,0	GGCTCGGATGCCA
2383	53,0	GCATGGCCTCCA	2415	61,0	CATCGTAGGTGGGCGCCA
2374	53,5	CCCAGCAAACCA	2078	62,8	GCGGAGTCGCCA
2095	53,7	GCTCGGATACCA	2399	63,0	AAACTGGCAACGGGCGCCA
2083	54,6	CTTCTAGCGCCA	2080	63,3	CAGACGGGCGCCA
2237	55,0	CCCCTACCTGGCGTGCCA	2081	65,0	GCAACGGGCGCCA
2239	55,0	ACCTAGGCTCGGATGCCA	2270	65,0	ACCTGGCGTGCCA
2272	55,0	GGCTCAGATGCCA	2079	65,2	AGGTGGGCGCCA

Примечание – I – праймер; II – оптимальная температура отжига T_a (°C); III – последовательность (5'-3').

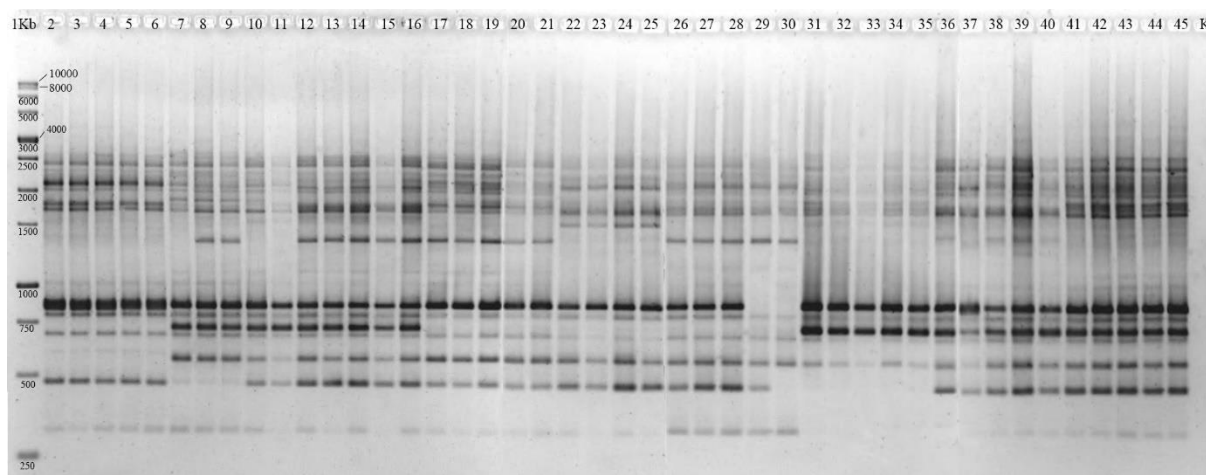
Для оценки генетического разнообразия *S. erecta* подходящими оказались пять праймеров – 2074, 2375, 2277, 2373 и 2239, поскольку они позволили получить четкие фрагменты ДНК с полиморфными локусами.

Для установки оптимальных температур отжига проводили градиентную ПЦР с отобранными маркерами. Полученные значения оптимальных температур отжига указаны в таблице 2.

Таблица 2 – Оптимальные температуры отжига праймеров, отобранных для дальнейших исследований

Праймер	Оптимальная температура отжига T_a (°C)	Последовательность (5'-3')
2074	48,9	GCTCTGATACCA
2375	48,9	TCGCATCAACCA
2277	49,6	GGCGATGATACCA
2373	50,4	GAACCTTGCTCCGATGCCA
2239	53,2	ACCTAGGCTCGGATGCCA

Полученное изображение электрофореза с использованием маркера 2074 представлено на рисунке.



К – Отрицательный контроль.
Первая дорожка – маркер молекулярного веса 1 Кб

Рисунок – Результаты ПЦР с использованием 2074 iPBS праймера для популяций Щара (дорожки 2–6), Брест (дорожки 7–11), Каменюки (дорожки 12–16), Слоним (дорожки 17–21), Ивье (дорожки 22–25), Рыбаки (дорожки 26–30), Мстиж (дорожки 31–35), Кудричи (дорожки 36–40), Голынец (дорожки 41–45)

Дальнейшие работы по оценке генетического разнообразия и генетической структуры популяций *S. erecta*, а также установление филогенетической связи между ними с использованием подобранных iPBS-маркеров позволит оценить перспективы его выживания во флоре Беларуси и предложить оптимальные стратегии сохранения.

Список использованной литературы

1. Genetic diversity and population structure of the endangered medicinal plant *Ferula sinkiangensis* / H. M. Wariss, T. Liu, H. Zhang [et al.] // *Global Ecology and Conservation*. – 2025. – Vol. 58. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2025.e03437>.
2. Красная книга Республики Беларусь. Растения: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / М-во природ. ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь, Нац. акад. наук Беларуси ; гл. редкол.: Л. И. Хоружик (пред.) [и др.]. – 4-е изд. – Мн. : Бел. энцикл. імя П. Броўкі, 2015. – 445 с.
3. IPBS: a universal method for DNA fingerprinting and retrotransposon isolation / R. Kalendar, K. Antonius, P. Smýkal, A. Schulman // *Theoretical and Applied Genetics*. – 2010. – Vol. 121, № 8. – P. 1419–1430. – DOI: 10.1007/s00122-010-1398-2.

К содержанию

УДК 504.05; 631.45; 631.8

А. С. ДОМАСЬ, М. А. ДРОНОВ

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГУМИНОВОГО ПРЕПАРАТА «ГУМИ» ДЛЯ ПРЕОДОЛЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДНОГО СТРЕССА ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ ПОЧВЫ МОТОРНЫМ МАСЛОМ

Загрязнение почвы отработанным моторным маслом представляет серьезную угрозу для растений и экосистемы в целом. Отработанное масло относится к отходам 2–3-го класса опасности и содержит токсичные вещества, которые нарушают физиологические процессы растений, снижают плодородие почвы и могут накапливаться в растительных тканях [1]. Попадая в почву, отработанное масло закупоривает поры почвы, перекрывая доступ кислорода к корням, что приводит к загниванию корней и гибели растений. Углеводороды и добавки в масле (полиолефины, смолы, асфальтены) нарушают баланс питательных веществ, снижают содержание подвижного фосфора и обменного калия, изменяют кислотность и емкость катионного обмена. Отработанное моторное масло способно оказывать токсическое действие на большинство микроорганизмов и растений. Однако в загрязненных средах могут адаптироваться и размножаться углеводородоокисляющие бактерии. Вызываемое нарушение экобаланса может существенно влиять и на динамику микробиоценоза. В связи с этим возникает срочная необходимость в очистке и рекультивации загрязненной территории.

В нашем исследовании мы ставили перед собой цель оценить целесообразность использования гуминового препарата «Гуми-30 универсал» (далее – «Гуми») для реабилитации уже загрязненных земель в условиях лабораторного опыта.

Для постановки опыта нами использовалась дерновая заболоченная глееватая почва связнопесчаного гранулометрического состава. С целью загрязнения почвы использовали отработку моторного масла в концентрации 2,5 %, 5,0 % и 7,5 % от массы почвенной навески. Почвенные образцы тщательно перемешивались с целью равномерного распределения углеводородного поллютанта по всему объему почвы.

Загрязненные почвенные навески массой по 100 г помещали в пластиковые кюветы и приливали гуминовый препарат. Раствор гуминового препарата готовили согласно прилагаемой инструкции. В каждую кювету приливали по 50 мл раствора гуминового препарата, а в кювету с контролем прибавляли 50 мл отстоявшейся водопроводной воды.

На следующий день почвенные пластинки в кюветах накрывали слоем фильтровальной бумаги таким образом, чтобы она полностью пропиталась почвенным раствором, а на фильтровальную бумагу равномерно раскладывали семена кресс-салата (*Lepidium sativum* L.) сорта Обыкновенный. Регистрацию показателей проводили на 5-е сутки опыта.

В результате опыта было установлено, что концентрация моторного масла в почвенной пластинке не оказала существенного влияния на всхожесть тест-культуры, показатель которой находился в узком диапазоне от 60 до 62 % (рисунок 1). Таким образом, токсичность моторного масла оказывает значительное влияние на показатель всхожести самим фактом присутствия тяжелого углеводорода, а не его количеством. Исходя из результата опыта, можно предположить, что интенсивность токсического эффекта моторного масла находилась на физиологическом плато, достижение которого произошло при более низких концентрациях.

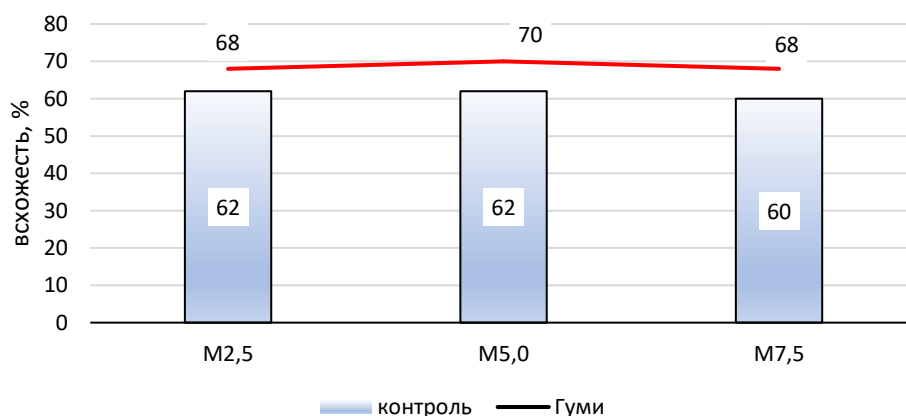


Рисунок 1 – Изменение всхожести кресс-салата в условиях углеводородного загрязнения в присутствии гуминового препарата

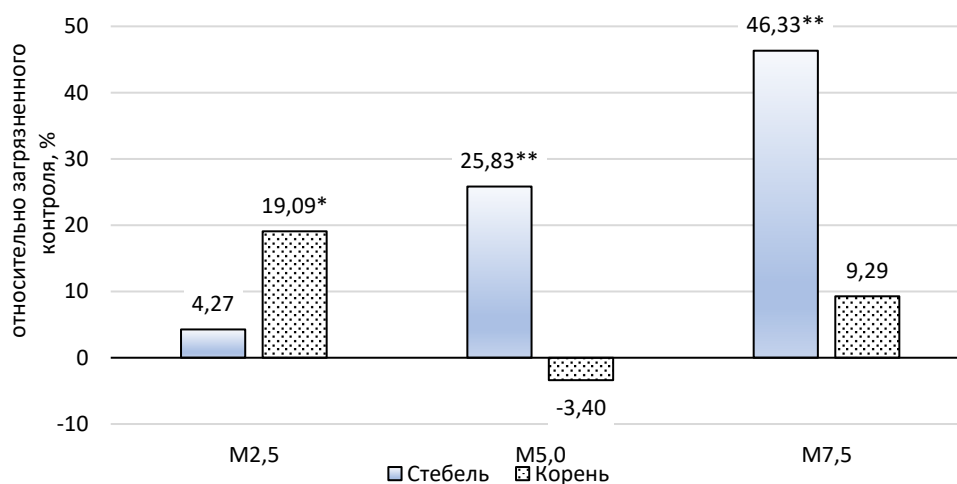
Действие гуминового препарата при загрязнении почвы моторным маслом оказывало стимулирующее влияние на прорастание семян. При этом отмечается, что с ростом степени загрязнения почвы стимулирующая способность гуминового препарата возрастала, однако прирост был слабым и статистически недостоверным. Тем не менее выявленный детоксицирующий эффект от препарата «Гуми» при загрязнении почвы моторным маслом составил почти 10 % в варианте с минимальной концентрацией углеводорода в почве (рисунок 1).

С ростом концентрации моторного масла в почве четко прослеживается возрастание токсического эффекта в отношении корневой системы проростков. Так, если при минимальном в опыте загрязнении почвы моторным маслом средняя длина корня составила $39,52 \pm 1,96$ мм, то при увеличении концентрации масла в три раза этот показатель снижался

до $16,77 \pm 0,83$ мм, что было на 57,57 % ниже. Влияние моторного масла на показатель длины надземной части проростков кресс-салата также было значительным, однако отличалось меньшей токсичностью в сравнении с корнем. Так, в аналогичных условиях снижение длины стебля тест-культуры составило 46,9 %.

В условиях загрязнения почвенной пластинки моторным маслом отмечается усиление протекторных свойств гуминового препарата в отношении стебля при увеличении концентрации токсиканта в почве. Так, средняя длина стебля в присутствии препарата «Гуми» увеличивалась относительно контроля на 4,27 %, 25,83 % и 46,33 % в вариантах с содержанием моторного масла соответственно 2,5 %, 5,0 % и 7,5 %. При этом следует отметить, что положительное действие гуминового препарата в условиях высоких доз масла было статистически значимым.

Показатель же длины корней изменялся неравномерно, однако следует отметить, что при использовании гуминового препарата в условиях минимального загрязнения почвы моторным маслом мы отмечали достоверный рост показателя на 19,09 % относительно контроля (рисунок 2). Данный вариант также являлся единственным, где показатель относительной длины корня и стебля проростков кресс-салата превышал значения в загрязненном контроле (+12,06 %), тогда как с усилением углеводородного загрязнения в почве отмечалось и более интенсивное нарастание корневых систем в сравнении с ростом стеблей проростков, что служит показателем усиления стресса.



* – достоверно при $P_{0,05}$; ** – достоверно при $P_{0,01}$

Рисунок 2 – Изменение морфометрических показателей кресс-салата в условиях углеводородного загрязнения в присутствии гуминового препарата

Подводя итог, стоит отметить, что использование гуминового препарата «Гуми» в условиях загрязнения почвы отработанным моторным маслом способствует преодолению углеводородного стресса у проростков кресс-салата. Отмечается положительное влияние гуминового препарата на показатели всхожести (+9,7–13,3 %), а также на прирост стеблей (до +46,3 %) и корней проростков (до +19,1 %).

Список использованной литературы

1. Фитотоксичность антропогенно загрязненных почв / Н. А. Киреева, Г. Г. Кузяхметов, А. М. Мифтахова, В. В. Водопьянов. – Уфа : Гилем, 2003. – 266 с.

К содержанию

УДК 581.9(470.45)

О. Ю. ЕРМОЛАЕВА, А. Н. СТАРЧА

Россия, Ростов-на-Дону, ЮФУ

НАХОДКА *DIDYMODON TOPHACEUS* (BRID.) LISA В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Didymodon tophaceus (Brid.) Lisa (дидимодон туфовый) – дизъюнктивный мультирегиональный аридный вид, распространенный в Европе, Исландии, на островах Атлантического океана, в Азии, Северной и Южной Африке, Центральной и Южной Америке, на острове Гаити и Галапагосских островах. В России встречается рассеянно в европейской части (Воронежская, Липецкая, Орловская и Ростовская области, ДНР, Республики Башкортостан, Коми, Крым, Татарстан), на Кавказе, в Западной и Южной Сибири, на Дальнем Востоке [1–5]. В Ростовской области отмечен в Октябрьском (хутор Ягодина – Осиповская балка) и Неклиновском (хутор Курлацкий – близ слияния рек Самбек и Бирючья) районах [RV, RWBG; 6–9]. Редко встречается на протяжении всего ареала [1; 3].

В Ростовской области встречается на постоянно влажном известняк-ракушечнике в местах выхода карбонатных грунтовых вод на склонах и днищах балок и речных долин, где растет в русле и по берегам водотоков на скальных и глыбистых выходах известняка [6–9]. Двудомное растение. Размножается спорами и вегетативно. Спороносит зимой, в области спороношение нерегулярное [9].

Включался во все издания Красной книги Ростовской области [10; 11], включая последнее [9], где имеет категорию статуса редкости

З б, в – редкий вид, имеющий значительный ареал, в пределах которого встречается спорадически и с небольшой численностью популяций, имеющий узкую экологическую приуроченность, связанную со специфическими условиями произрастания.

В рамках выполнения проекта «Ведение Красной книги Ростовской области: мониторинг видов грибов и растений» в мае 2025 г. на территории Белокалитвинского района в урочище Черная балка нами впервые для этого административного района было выявлено местонахождение *Didymodon tophaceus*. Описание ценопопуляции данного вида приведено ниже.

Местонахождение: Белокалитвинский район, 2,2 км юго-восточнее хутора Богураева (Богураевское сельское поселение), балка Черная, байрачный лес. ООПТ категории охраняемый ландшафт урочище Черная балка (фото).

Субстрат: Увлажненные тенистые скальные выходы песчаника на днище балки в ручье.

Описание растительности: Байрачный лес (дубрава пестроперловниковая); ассоциация *Quercus robur* + *Euonymus verrucosa* – *Melica picta*.

Состояние популяции: Общая площадь популяции – около 2 м² (два локуса по 1 м²), которые находятся около 50 м друг от друга по руслу ручья. Проективное покрытие мохового покрова с *Didymodon tophaceus* – от 20 до 80 %, где он отмечен в чистых дерновинках. Средняя высота побегов в дерновинках около 0,5 см, диаметр дерновинок – от 2 до 5–8 см. Средняя высота побегов – 3–4,5 мм.



Фото – *Didymodon tophaceus* в урочище Черная балка (май 2025 г.).

Фото автора

Жизненность популяции может быть оценена как пониженная (балл 2): мох обнаружен только в стерильном состоянии, возобновляется вегетативно. Повреждений особей не наблюдается.

Основные возможные формы антропогенного воздействия – рекреационная нагрузка.

Таким образом, впервые на территории Белокалитвенского района выявлено произрастание *Didymodon tophaceus*. Это третье местонахождение вида в Ростовской области. Популяция отличается низкой численностью и занимаемой площадью, но находится в благоприятных условиях. Степень охраны популяции достаточная, так как вид развивается на ООПТ областного значения категории охраняемый ландшафт урочище Черная балка.

В связи с большой редкостью дидимодона туфового в Ростовской области и большой научной значимостью его местонахождений в области целесообразны специальные поиски новых пунктов его произрастания на выходах известняков.

Список использованной литературы

1. Игнатов, М. С. Флора мхов средней части Европейской России : в 2 т. / М. С. Игнатов, Е. А. Игнатова. – М. : КМК, 2003. – Т. 1. – 608 с.
2. Игнатов, М. С. Список мхов Восточной Европы и Северной Азии / М. С. Игнатов, О. М. Афонина, Е. А. Игнатова // *Arctoa*. – 2006. – Т. 15. – С. 1–130.
3. Бойко, М. Ф. Анализ бриофлоры степной зоны Европы / М. Ф. Бойко. – Киев : Фитосоцицентр, 1999. – 180 с.
4. Новые биологические находки / Е. В. Софронова (ред.), О. М. Афонина, Е. А. Боровичев [и др.] // *Arctoa*. – 2017. – Т. 26, № 2. – С. 214–227.
5. Voiko, M. F. The Second checklist of Bryobionta of Ukraine / M. F. Voiko // *Chornomors'k. bot. z.* – 2014. – Vol. 10, № 4. – P. 426–487.
6. Бабенко, Л. О. Рідкісні мохоподібні еколого-ценотичних комплексів Нижнього Дону та Центральної частини Поділля / Л. О. Бабенко, В. О. Болюх // *Український ботанічний журнал*. – 1996. – Т. 53, № 1–2. – С. 141–143.
7. Бабенко, Л. А. Моховидные – Bryophyta / Л. А. Бабенко, В. В. Федяева // *Редкие и исчезающие виды растений, грибов и лишайников Ростовской области*. – Ростов н/Д : Пайк, 1996. – С. 50–75.
8. Серeda, В. А. Бриофлора Северного Приазовья (Ростовская область, Европейская Россия) / В. А. Серeda, М. С. Игнатов // *Arctoa*. – 2008. – Т. 17. – С. 185–190.
9. Красная книга Ростовской области : в 2 т. / М-во природ. ресурсов и экологии Ростов. обл. ; О. Н. Дёмина, Ю. В. Дзигунова, О. Ю. Ермолаева

[и др.]; редкол.: С. Н. Бодряков [и др.]. – Изд. 3-е. – Ростов н/Д ; Белгород : КОНСТАНТА, 2024. – Т. 2 : Растения и грибы. – 472 с.

10. Красная книга Ростовской области : в 2 т. / Администрация Ростов. обл., Ком. по охране окружающей среды и природ. ресурсов. – Ростов н/Д : Малыш, 2004. – Т. 2 : Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения грибы, лишайники и растения / ред. В. В. Федяева. – 333 с.

11. Красная книга Ростовской области : в 2 т. / Минприроды Ростов. обл. ; науч. ред. В. В. Федяева. – Ростов н/Д : Минприроды Ростов. обл., 2014. – 2-е изд. – Т. 2 : Растения и грибы. – 344 с.

К содержанию

УДК 58.02

А. С. КЕЛЬНИК, А. А. САКОВИЧ

Беларусь, Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

ОСОБЕННОСТИ ТАКСОНОМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ И ВСТРЕЧАЕМОСТИ МОХООБРАЗНЫХ-ЭПИФИТОВ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЛЕСОПАРКА «РУМЛЁВО» (г. ГРОДНО)

Лесопарки в урбанизированной среде выполняют значимые социально-экологические функции, выступая ключевым элементом зеленых зон и способствуя поддержанию здоровья городского населения. Деревья, формирующие основу данных экосистем, являются важными форофитами для эпифитных мохообразных. Поселение мхов на коре деревьев вызвано уклонением их от конкуренции и сопровождается параллельным повышением выносливости данных форм к воздействию факторов окружающей среды. Мхи, поселяющиеся на коре, являются важными биоиндикаторами состояния окружающей среды. В настоящее время комплексное исследование видового состава и структуры эпифитных сообществ бриофитов является актуальным фундаментальным направлением, недостаточно изученным как в Беларуси, так и мире в целом. Анализ бриокомпонента парковых зон позволяет не только оценить уровень биоразнообразия, но и выявить закономерности его взаимодействия с другими структурными элементами [1].

Лесопарк «Румлёво» является ботаническим памятником природы местного значения. Находится на юго-восточной левобережной части г. Гродно (Республика Беларусь) на территории Октябрьского района. Древостой лесопарка образован преимущественно лиственными породами

(*Carpinus betulus* L., *Ulmus glabra* Huds., *U. laevis* Pall., *Acer platanoides* L. и др.) с единичным включением хвойных (*Pinus sylvestris* L.). Данная территория входит в состав лесопокрытой и зеленой зон г. Гродно. Изучение исторической части производилось ранее [2].

Целью работы является выявление таксономической структуры и особенностей распределения встречаемости мохообразных-эпифитов в условиях лесопарка «Румлёво».

Бриофлористическое исследование проводили на постоянных пробных площадях (ПП) методом детального изучения эпифитного покрова на форофитах *C. betulus* вдали от исторической части парка, где снижена антропогенная нагрузка. Нами было заложено 5 ПП размером 20 × 30 м. Сбор проводили летом 2025 г. методом учетных площадок. Исследовано 50 ед. *Carpinus betulus*. Сумма всех учетных площадок составила 662 ед. Более подробно методы изложены в [2]. Камеральную обработку бриологического материала проводили с использованием метода микроскопирования с общепринятым анатомо-морфологическим подходом. Таксономическая принадлежность видов определялась согласно М. С. Игнатову и др. [3], Г. Ф. Рыковскому [4]. Анализ встречаемости видов проводился по [5].

Бриофлора лесопарка «Румлёво» включает 21 вид мохообразных. Выявленный видовой состав относится к 2 отделам (Bryophyta и Marchantiophyta), 2 классам (Bryopsida и Jungermanniopsida), 17 родам и 13 семействам. Настоящими эпифитами являются *Homalia trichomanoides* (Hedw.) Bruch, *Pylaisia polyantha* (Hedw.) Bruch, *Orthotrichum affine* Brid., *Radula complanata* (L.) Dumort., *Serpoleskea subtilis* (Hedw.) Loeske, *Isothecium alopecuroides* (Lam. ex Du bois) Isov., *Metzgeria furcata* (L.) Dumort. Доминирующими семействами по количеству видов являются Brachytheciaceae (7 видов) и Amblystegiaceae (3 вида). Среди родов наиболее представительными по количеству видов являются *Brachythecium* (4 вида) и *Sciuro-hypnum* (2 вида). Остальные семейства и рода одновидовые.

Анализ встречаемости выявленных видов показал, что все таксоны имеют встречаемость от I до V класса константности. Наибольшее число видов характерно для I класса константности (встречаемость от 0 до 20 %) – 13 видов. Во II (21–40 %) классе отмечено 2 вида. Вдвое меньше в III (41–60 %) классе константности. В IV (61–80 %) и V (81–100 %) – единично. Высокое количество видов в I классе константности характерно для таких экстремальных условий, сформированных в лиственных лесах, учитывая и физико-химические свойства коры граба.

В результате анализа встречаемости видов в пределах экспозиции выявлено, что большая часть видов чаще встречается на восточной экспозиции: *Brachythecium salebrosum* (F. Weber & D. Mohr) Bruch, *B. rutabulum* (Hedw.) Bruch., *B. campestre* (Muell. Hal.) Bruch, *Brachytheciastrum*

velutinum (Hedw.) Ignatov & Huttunen, *Hypnum cupressiforme* Hedw., *P. polyantha* (Hedw.) Bruch, *M. furcata*. На северной, западной и южной экспозиции отмечено по 3 вида. Таким образом, для северной экспозиции характерны *B. mildeanum* (Schimp.) Schimp., *Plagiothecium nemorale* (Mitt.) A. Jaeger., *Sciuro-hypnum reflexum* (Starke) Ignatov & Huttunen. Для западной и южной – *Amblystegium serpens* (Hedw.) Bruch., *H. trichomanoides*, *R. complanata* и *Hygroamblystegium varium* (Hedw.) Moenk., *S. subtilis* и *O. affine* соответственно. Для 5 видов приуроченность к какой-либо экспозиции определить невозможно, поскольку встречались единично: *Plagiomnium cuspidatum* (Hedw.) T. J. Kop., *Pseudoleskeella nervosa* (Brid.) Nyholm, *S.-h. populeum* (Hedw.) Ignatov & Huttunen, *Platygyrium repens* (Brid.) Bruch et al., *I. alopecuroides*.

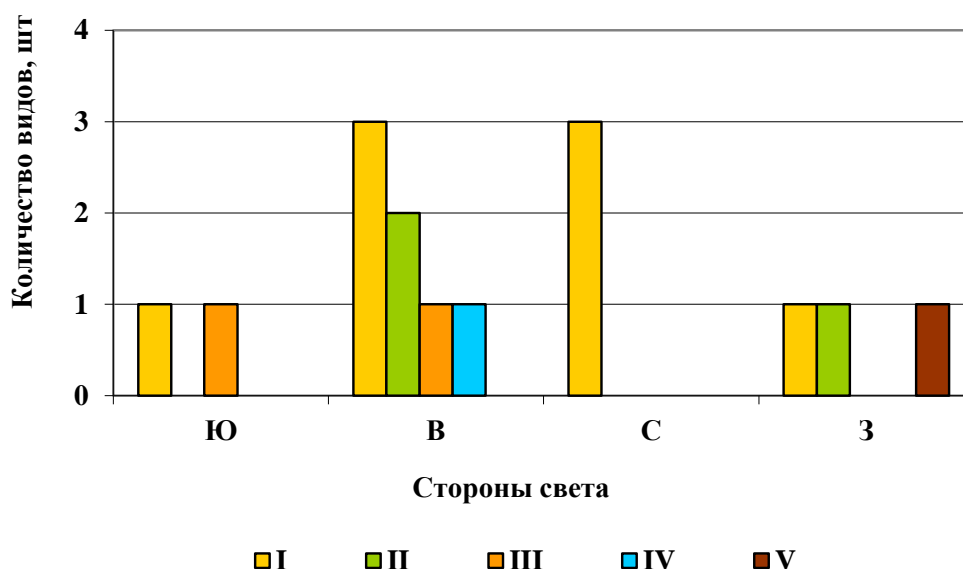


Рисунок – Таксономический объем бриофитов по классам константности

Таким образом, нами был выявлен 21 вид мохообразных, из которых 7 видов являются настоящими эпифитами. Данный видовой состав относится к 2 отделам (Bryophyta и Marchantiophyta), 2 классам, 17 родам и 13 семействам. Исследуемый видовой состав имеет встречаемость от I до V класса константности, а наибольшая встречаемость отмечена для I класса константности и приурочена в большей мере к восточной экспозиции.

Список использованной литературы

1. Обако, Р. П. Состав и структура эпифитных сообществ с доминированием мхов в условиях среднетаежных ельников черничных : дис. ... д-ра биол. наук : 02.11.23 / Обако Роман Павлович. – Петрозаводск, 2023. – 143 л.

2. Кельник, А. С. Топические особенности мохообразных эпифитов *Carpinus betulus* L. в лесопарке «Румлёво» / А. С. Кельник, А. А. Сакович // Экологическая культура и охрана окружающей среды: IV Дорофеевские чтения : материалы междунар. науч.-практ. конф., Витебск, 29 нояб. 2024 г. – Витебск : ВГУ им. П. М. Машерова, 2024. – С. 52–54.

3. Игнатов, М. С. Флора мхов средней части европейской России / М. С. Игнатов, Е. А. Игнатова. – М. : КМК, 2003–2004. – Т. 1 : Sphagnaceae – Hedwigiaceae. – 2003. – С. 1–608 ; Т. 2 : Fontinalaceae – Amblystegiaceae. – 2004. – С. 609–944.

4. Рыковский, Г. Ф. Флора Беларуси. Мохообразные : в 2 т. / Г. Ф. Рыковский, О. М. Масловский. – Мн., 2004–2009. – 2 т.

5. Глуздаков, С. О. Методика полевого изучения лишайников : учеб. пособие / С. О. Глуздаков. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1959. – 44 с.

К содержанию

УДК 620.193.82

В. А. КОРОЛЬЧУК

Беларусь, Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

ШТАММОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ МИКРОМИЦЕТОВ *PENICILLIUM* SPP., ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ОЧАГОВ БИОПОВРЕЖДЕНИЙ ЖИЛЫХ КОМНАТ

Биоповреждение строительных материалов и конструкций является одним из основных факторов, определяющих скорость износа зданий, других инженерных сооружений. Микроскопические грибы играют ведущую роль в процессах повреждения материалов различной химической природы. Известно, что присутствие плесневых грибов и их метаболитов в окружающей человека среде может оказывать токсическое действие, способствовать развитию микозов, а также провоцировать развитие аллергических реакций [1]. У микроскопических грибов генетические варианты одного вида (штаммы) могут значительно различаться по приспособленности к колебаниям влажности и температуры, устойчивости к негативному воздействию неблагоприятных факторов внешней среды. Знание штаммовых особенностей грибов – агентов биоповреждения помогает выяснению и устранению причин, вызвавших очаг биоповреждения различных материалов, выбору оптимальных мер борьбы [2].

Цель исследований – определить штаммовые особенности микроскопических грибов рода *Penicillium*, выделенных из плесневых очагов жилых комнат.

Объектом исследования являлись два штамма микромицетов рода *Penicillium*, выделенные из разных очагов биоповреждений жилых помещений студенческого общежития. Для изоляции агентов биоповреждения из мест плесневого поражения использовали гигиенические ватные палочки, предварительно стерилизованные в эппендорфах. Пробы, взятые ватными тампонами, высевали диаметральными штрихами на среду Чапека. После инкубации в чашках появлялось множество колоний одного размера и цвета, что свидетельствовало о наличии очага плесневого поражения. Доминирующие колонии пересевали на свежую среду для получения чистой культуры. Изолированные микроскопические грибы идентифицировали, сопоставляя макроскопические (культуральные) и микроскопические (морфологические) признаки исследуемой культуры с ранее описанными признаками известных видов [3].

Для определения штаммовых особенностей *Penicillium* sp. Моделировали различные условия роста. Микроскопические грибы выращивали на среде Чапека с разной кислотностью (рН 2, 4, 6, 7), концентрацией хлорида натрия (0,86 %, 3,5 %, 7 %, 16,2 % и 23 % NaCl) при разной температуре (3, 20, 28 и 37 °С). Через 7 суток инкубации оценивали рост микроскопических грибов по занимаемой ими площади.

Результат исследований влияния разных температур на рост двух штаммов *Penicillium* sp.1 и *Penicillium* sp.3 представлен на рисунке 1. Низкие температуры являются неблагоприятными для грибов рода *Penicillium*. При температуре 3 °С грибы практически не росли. При температуре 20 °С, 28 °С, 37 °С наблюдали быстрый рост микромицетов, к 7-м суткам они занимали площадь более 50 мм². Различия ростовых показателей у двух штаммов при разной температуре были недостоверными. Исследуемые штаммы микромицетов являлись мезофилами. Микромицеты прекрасно развивались при 37° С, что указывает на их потенциальную опасность для человека.

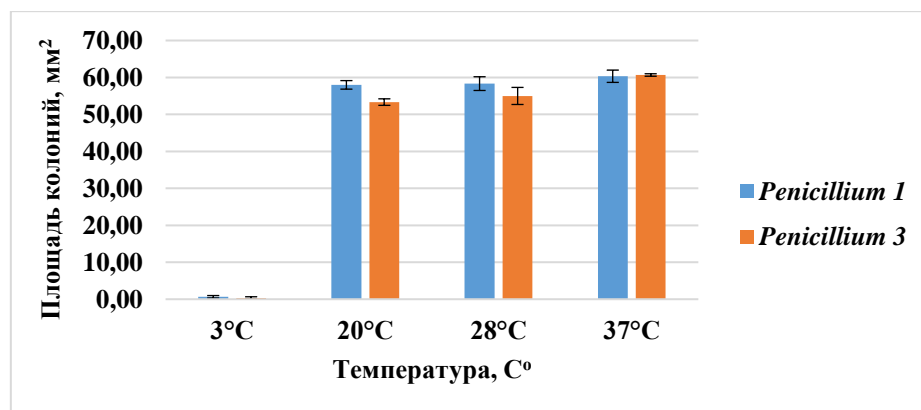


Рисунок 1 – Влияние температуры на развитие двух штаммов *Penicillium* sp.

На рисунке 2 показаны площади колоний двух штаммов *Penicillium* sp. на средах Чапека с рН 2, 4, 6 и 7. Наблюдали наименьший показатель роста микромицетов при рН = 2, что свидетельствует об угнетающем действии очень кислой среды. При рН 4–7 площадь колоний микромицетов была несколько больше и достоверно не отличалась между двумя штаммами. Это указывает на то, что исследуемые штаммы *Penicillium* sp. являются слабо кислотолерантными.

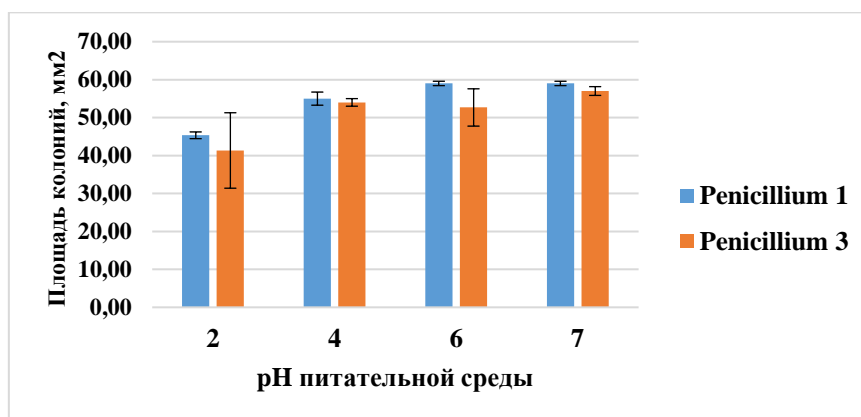


Рисунок 2 – Влияние рН на развитие двух штаммов *Penicillium* sp.

Исследование влияния хлорида натрия на рост двух штаммов *Penicillium* sp. показало, что микромицеты достаточно хорошо растут при всех концентрациях NaCl – от 0,86 до 23 % (рисунок 3). Но в среде с 23 % NaCl все же наблюдали некоторое снижение роста микромицетов, особенно у штамма *Penicillium* sp.3. По нашим данным, исследуемые штаммы можно охарактеризовать как галотолерантные.

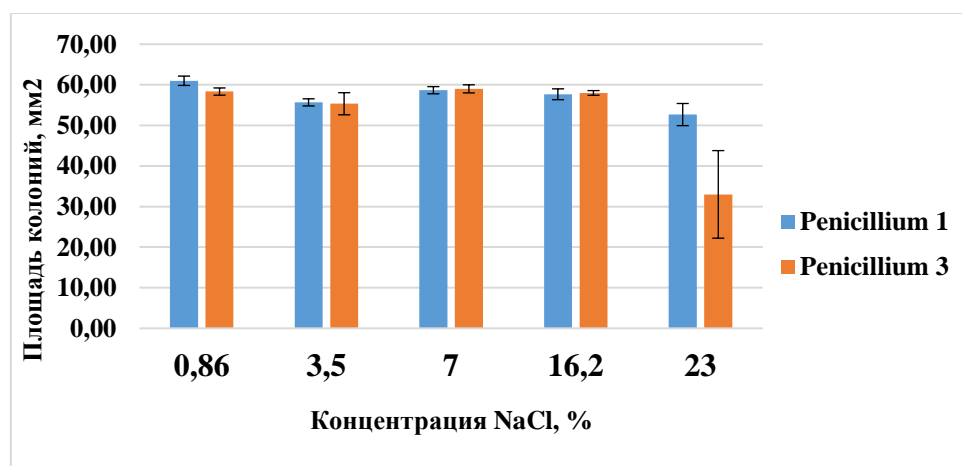


Рисунок 3 – Влияние концентрации NaCl, % на развитие двух штаммов *Penicillium* sp.

Таким образом, изучив влияние различных факторов на два штамма *Penicillium* sp., выделенных из очага биоповреждения, можем определить их тип адаптации (экологическую стратегию) по отношению к температуре, к возрастающим концентрациям соли NaCl, pH. *Penicillium* sp.1 и *Penicillium* sp.3 являются мезофилами (оптимальная температура роста 20–37 °С), галотолерантными (оптимальный рост при 0,86–23 % NaCl), умеренно алкалитолерантными (оптимальный рост при pH 4–7). Оптимальными условиями для роста данных агентов биоповреждения являются: комнатная и более высокая температура, относительно большое содержание солей в субстрате, слабокислая и нейтральная среда.

Список использованной литературы

1. Карамова, Н. С. Методы исследования и оценки биоповреждений, вызываемых микроорганизмами : учеб.-метод. пособие / Н. С. Карамова, Г. В. Надеева, Т. В. Багаева. – Казань : Казан. ун-т, 2014. – 36 с.
2. Гончарова, И. А. Научно-практические рекомендации по защите архивных документов на бумажных носителях от плесневых грибов / И. А. Гончарова. – Мн. : БелНИИДАД, 2020. – 64 с.
3. Гончарова, И. А. Методы лабораторных исследований при решении проблем обеспечения микологической безопасности архивов / И. А. Гончарова. – Мн. : БелНИИДАД, 2023. – 56 с.

К содержанию

УДК 581.52

А. А. КОРОТКАЯ, О. В. СОЗИНОВ

Беларусь, Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

РАЗНОГОДИЧНАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЭКОЛОГО-ЦЕНОТИЧЕСКИХ И МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК *IMPATIENS GLANDULIFERA* РЕЧНЫХ ДОЛИН Г. ГРОДНО

В настоящее время инвазивные виды являются одной из основных угроз по сохранению биологического разнообразия. В Республике Беларусь проблеме инвазий уделяется пристальное внимание [1].

Недотрога желёзконосная (*Impatiens glandulifera* Royle) на территории Беларуси появилась в результате прямой интродукции. При натурализации *Impatiens glandulifera* активно заселяет нарушенные местообитания, выступая в них доминантом, внедряется в естественные влажные лесные и луговые, а также прибрежно-водные и заболоченные фитоценозы [2].

Для исследования ценопопуляций *I. glandulifera* (август 2023–2024 гг.) нами охвачены два пойменных биотопа, которые располагались в долинах рек г. Гродно – р. Юрисдики (N 53°15'41" E 23°3'50"), р. Лососно (N 53°39'55" E 53°46'15"). Описание растительных сообществ с ценопопуляциями *I. glandulifera* производили детально-маршрутным методом: заложены пробные площади по 100 м² – от 10 до 100 см от уреза воды. Проведены геоботанические описания фитоценозов, получены морфоценотические характеристики *I. glandulifera*: высота (см), плотность побегов (шт/м²); окружность стебля (мм); количество листьев (шт); длина, ширина листовой пластинки (см); количество цветков, плодов (шт) [3].

В ходе таксономического анализа фитоценозов с участием *I. glandulifera* выявлено в 2023 г. 36 видов сосудистых растений, в 2024 г. – 18 видов.

В 2023 г. доминантами живого напочвенного покрова для фитоценоза у р. Юрисдики являлись: *I. glandulifera* – 35,55 %, *Aegopodium podagraria* – 31,85 %. Доминирующие виды в фитоценозе в долине р. Лососно: *Eupatorium cannabinum* – 18,2 %, а *I. glandulifera* составляет 1,2 %.

В 2024 г. доминантам растительного покрова для фитоценоза у р. Юрисдики является *Aegopodium podagraria* – 44,8 %, а *I. glandulifera* составляет 3,15 %. Доминирующий вид в фитоценозе у р. Лососно *Acorus calamus* – 47,1 %, а *I. glandulifera* составляет 1,8 %.

В таблице 1 представлены морфоценотические показатели ценопопуляций *I. glandulifera* за 2023–2024 гг.

Таблица 1 – Морфоценотические показатели ценопопуляций *I. glandulifera*

Параметры	Пойма (локация ценопопуляций относительно реки)			
	2023 г.		2024 г.	
	Юрисдика	Лососно	Юрисдика	Лососно
Плотность побегов, шт./м ²	20,55 ± 5,37	2,15 ± 0,81	0,95 ± 0,29	0,85 ± 0,37
Высота стебля, см.	107,90 ± 6,60	120,5 ± 11,25	93,22 ± 6,91	48,46 ± 5,29
Диаметр стебля (основание), мм	11,86 ± 0,15	19,33 ± 2,2	9,50 ± 0,72	10,23 ± 1,05
Количество листьев на одно растение, шт.	19,88 ± 2,07	28,11 ± 3,52	15,33 ± 0,80	14,46 ± 1,46
Длина листовой пластинки, см	10,51 ± 0,53	11,67 ± 0,66	10,32 ± 0,50	7,88 ± 0,52
Ширина листовой пластинки, см	2,98 ± 0,12	3,79 ± 0,2	3,10 ± 0,15	2,87 ± 0,18
Количество цветков на одно растение, шт.	2,07 ± 0,52	6,33 ± 1,24	1,17 ± 0,29	2,38 ± 0,69
Количество плодов на одно растение, шт.	2,52 ± 0,77	13,5 ± 2,75	2,06 ± 0,77	0,85 ± 0,46

В 2024 г. по сравнению с 2023 г. параметры ценопопуляций *I. glandulifera* значительно уменьшились: плотность побегов на Юрисдике

уменьшилась на 19,6 шт/м², в Лососно на 1,3, шт/м²; снизилась высота стебля на 14,68 см на Юрисдике и на 72,04 см в Лососно; уменьшился диаметр стебля на 2,36 мм на Юрисдике и на 9,1 мм в Лососно; снизилось число листьев на одно растение на 4,55 шт. на Юрисдике и на 13,65 шт. в Лососно; уменьшилась длина листовой пластинки в Лососно на 3,79 см, сократилось количество цветков на 3,95 шт. и плодов на 12,65 шт.

С помощью t-критерия Стьюдента сравнительная оценка по сезону 2023 г. показала, что присутствуют статистически значимые различия между двумя ценопопуляциями по следующим параметрам: плотность побегов, диаметр стебля, количество плодов, цветков и листовых пластинок, ширина листовой пластинки (таблица 2).

Таблица 2 – Показатели критерия Стьюдента при сравнении морфоценотических параметров *I. glandulifera* в долинах рек Юрисдики* и Лососно**

Параметры	2023 г. * И **		2024 г. * И **		2023–2024 гг. *		2023–2024 гг. **	
	t _{ф.}	t _{крит.}	t _{ф.}	t _{крит.}	t _{ф.}	t _{крит.}	t _{ф.}	t _{крит.}
Плотность побегов, шт/м ²	3,39	2,02	0,21	2,02	3,64	2,02	1,45	1,02
Высота стебля, см	1,00	2,00	4,81	2,05	2,31	1,61	3,13	2,04
Диаметр стебля, мм	3,59	2,00	0,59	2,05	2,60	1,60	3,30	2,04
Число листьев на одно растение, шт.	2,11	2,00	0,56	2,05	2,41	1,81	3,14	2,04
Длина листовой пластинки, см	1,26	1,97	3,32	1,99	2,21	1,87	4,22	1,98
Ширина листовой пластинки, см	2,93	1,97	0,95	1,99	2,43	1,97	3,24	1,98
Число цветков на одно растение, шт.	3,79	2,00	1,81	2,05	2,11	1,92	2,50	2,04
Число плодов на одно растение, шт.	5,14	2,00	1,22	2,05	2,36	1,99	3,86	2,05

По высоте стебля и длине листовой пластинки в 2023 г. сравниваемые популяции не имеют статистически значимых различий ($p > 0,05$). В 2024 г. выявлены значимые различия между популяциями по длине листовой пластинки и по высоте побега ($p < 0,05$), а по остальным параметрам различия не замечены. По каждой популяции между сезонами 2023 г. и 2024 г. по всем морфоценотическим параметрам выявлены значимые различия ($p < 0,05$).

Нами отмечены в двух биотопах г. Гродно изменения следующих параметров: плотность побегов, высота и диаметр стебля, число листьев на одно растение, длина листовой пластинки, количество цветков и плодов.

На наш взгляд, данные тенденции изменчивости морфометрических параметров во многом связаны с изменениями метеорологических условий

летом в 2024 г. по сравнению с летом 2023 г. (увеличение температуры воздуха на +1,1 °С, снижение количества осадков на 124 мм). Также на популяции, вероятно, оказало влияние снижение уровня воды в реках из-за малого выпадения атмосферных осадков (в 2023 г. выпал за лето 201 мм осадков, а в 2024 г. – 77 мм).

Список использованной литературы

1. Черная книга флоры Беларуси: чужеродные вредоносные растения / под общ. ред. В. И. Парфенова, А. В. Пугачевского ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича. – Мн. : Бел. навука, 2020. – 407 с.

2. Агрессивные чужеродные виды диких животных и дикорастущих растений на территории Республики Беларусь / сост.: В. Н. Варавко, В. П. Семенченко, А. Н. Скуратович, Д. В. Дубовик. – Мн., 2008. – 40 с.

3. Ипатов, В. С. Описание фитоценоза: методические рекомендации : учеб.-метод. пособие / В. С. Ипатов, Д. М. Мирин. – СПб. : СПбГУ, 2008. – 71 с.

К содержанию

УДК 582.28

В. Г. КРАВЧУК, Н. М. МАТУСЕВИЧ

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

ГАСТЕРОИДНЫЕ БАЗИДИОМИЦЕТЫ БЕЛОВЕЖСКОЙ ПУЩИ

Гастероидные базидиомицеты – особая эколого-морфологическая группа грибов, характеризующаяся закрытым типом плодового тела. По разным источникам группа включает около 1000 видов из 110 родов. Самые известные представители этой группы – дождевики и земляные звезды [1]. Несмотря на их широкое распространение в лесных экосистемах умеренного пояса, гастероидные базидиомицеты остаются относительно малоизученными, особенно в контексте биоразнообразия охраняемых природных территорий.

Национальный парк «Беловежская пуца» – один из старейших и наиболее ценных лесных резерватов Европы, включенный в Список Всемирного наследия ЮНЕСКО. Благодаря высокой степени сохранности естественных экосистем, разнообразию древесных пород и микроклиматических условий, пуца представляет собой уникальный источник микологического разнообразия. Однако, несмотря на почти 140 лет исследований,

сведения о составе и распространении гастероидных базидиомицетов на этой территории остаются фрагментарными. Настоящая статья направлена на обобщение имеющихся данных и уточнение видового состава этой группы. Литературные данные дополнены результатами собственных исследований 2023–2025 гг.

Данные о найденных гастероидных базидиомицетах получены в результате анализа литературных источников, а также полевых исследований, выполненных автором [2]. Проведено сопоставление видовых названий и синонимов с помощью международных сетевых баз данных Index Fungorum и Catalogue of Life.

На начало исследований, по результатам анализа литературных данных, список упоминавшихся для Беловежской пуши гастероидных базидиомицетов составлял 25 видов [3–8]. Список дополнен нашими данными о еще 8 видах (таблица). В список вошли два охраняемых в Республике Беларусь вида: *Calvatia gigantea* и *Geastrum campestre*.

Таблица – Таксономический состав гастероидных базидиомицетов Национального парка «Беловежская пуца»

Вид	Русское название
<i>Bovista aestivalis</i> (Bonord.) Demoulin	Порховка летняя
<i>Bovista nigrescens</i> Pers.	Порховка чернеющая
<i>Bovista plumbea</i> Pers.	Порховка свинцово-серая
<i>Bovistella utrififormis</i> (Bull.) Demoulin & Rebriev	Головач мешковидный
<i>Calvatia gigantea</i> (Batsch) Lloyd	Кальвация гигантская
<i>Lycoperdon echinatum</i> Pers.	Дождевик ежовый
<i>Lycoperdon excipuliforme</i> (Scop.) Pers.	Головач продолговатый
<i>Lycoperdon lividum</i> Pers.	Дождевик каштановый
<i>Lycoperdon marginatum</i> Vittad.	Дождевик белый
<i>Lycoperdon molle</i> Pers.	Дождевик мягкий
<i>Lycoperdon nigrescens</i> Pers.	Дождевик чернеющий
<i>Lycoperdon perlatum</i> Pers.	Дождевик шиповатый
<i>Lycoperdon pratense</i> Pers.	Дождевик луговой
<i>Lycoperdon pyriforme</i> Schaeff.	Дождевик грушевидный
<i>Lycoperdon umbrinum</i> Pers.	Дождевик коричневый
<i>Mycenastrum corium</i> (Guers.) Desv.	Звездовик кожистый
<i>Cyathus olla</i> (Batsch) Pers.	Бокальчик Олла
<i>Cyathus striatus</i> (Huds.) Willd.	Бокальчик полосатый
<i>Crucibulum laeve</i> (Huds.) Kambly	Бокальчик гладкий
<i>Geastrum campestre</i> Morgan	Земляная звезда полевая
<i>Geastrum fimbriatum</i> Fr.	Звездовик бахромчатый
<i>Geastrum michelianum</i> (Sacc.) W.G. Sm.	Звездовик микелианский
<i>Geastrum pectinatum</i> Pers.	Звездовик гребенчатый
<i>Geastrum quadrifidum</i> Pers.	Звездовик четырехлопастный

Продолжение таблицы

<i>Geastrum rufescens</i> Pers.	Звездовик рыжеватый
<i>Geastrum schmidelii</i> Vittad.	Звездовик карликовый
<i>Scleroderma bovista</i> Fr.	Ложнодождевик порховковый
<i>Scleroderma citrinum</i> Pers.	Ложнодождевик обыкновенный
<i>Scleroderma verrucosum</i> (Bull.) Pers.	Ложнодождевик бородавчатый
<i>Rhizopogon roseolus</i> (Corda) Th.Fr.	Ризопогон розоватый
<i>Mutinus caninus</i> (Huds.) Fr.	Мутинус собачий
<i>Mutinus ravenelii</i> (Berk.) E. Fisch.	Мутинус Равенеля
<i>Phallus impudicus</i> L.	Веселка обыкновенная

В результате анализа литературных данных и собственных исследований составлен обобщенный список видовой состава гастероидных базидиомицетов национального парка «Беловежская пуца». Список представлен 33 видами, из которых 8 видов приведены по результатам исследований автора. Два вида (*Calvatia gigantea* и *Geastrum campestre*) включены в Красную книгу Республики Беларусь.

Список использованной литературы

1. Сосин, П. Е. Определитель гастеромицетов СССР / П. Е. Сосин ; АН СССР ; науч. совет по проблеме «Биол. основы рацион. использования, преобразования и охраны растит. мира». – Л. : Наука, Ленингр. отд-ние, 1973. – С. 7–17.
2. Инвентаризация макромицетов территории НП Беловежская Пуца : отчет о НИР (промежуточ.) / ГПУ НП «Беловежская Пуца» ; рук. В. В. Тетеренок ; исполн. В. Г. Кравчук. – Каменюки, 2024. – 79 с.
3. Blonski, F. Sprawozdanie z wycieczki botanicznej do Puszczy Białowieskiej, Ładzkiej i Świsłockiej w 1888 roku / F. Blonski, K. Drymmer. – Warszawa, 1889. – S. 55–62, 102–115.
4. Михалевич, П. К. Новые и редкие для микофлоры Беларуси виды грибов, обнаруженные в Беловежской пуце и лесах Каменецкого района / П. К. Михалевич // Ботаника: (исследования) : сб. науч. тр. / НАН Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича ; редкол.: В. И. Парфенов (гл. ред.) [и др.]. – Мн., 1997. – Вып. 32. – С. 81–83.
5. Гапиенко, О. С. Редкие виды грибов национального парка «Беловежская пуца» / О. С. Гапиенко, Т. Г. Шабашова, Д. Б. Беломесяцева // Беловежская пуца. Исследования. – Брест, 2016. – Вып. 14. – С. 163–172.
6. Изучить видовой состав афиллофороидных, агарикоидных и гастероидных базидиомицетов НП «Беловежская пуца» за 2018 год : отчет о НИР / исп. Т. Г. Шабашова [и др.]. – 2018. – 119 с.
7. Значение Беловежской пуцы в сохранении разнообразия грибов отдела BASIDIOMYCOTA / Т. Г. Шабашова, А. О. Антонович,

В. М. Арнольбик, В. Г. Кравчук // Заповедники и национальные парки – научно-исследовательские лаборатории под открытым небом : материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Петрозаводск, 12–14 окт. 2021 г. : науч. электрон. изд. / отв. ред. Н. В. Ильмаст. – Петрозаводск : КарНЦ РАН, 2021. – С. 199–201.

8. Антонович, А. О. Таксономический анализ агарикоидных базидиомицетов Национального парка «Беловежская пуца» в сборах гербария MSK-F / А. О. Антонович // Экспериментальная биология и биотехнология. – 2023. – № 1. – С. 47–64.

К содержанию

УДК 574.1; 631.53

Е. Н. КУТАС

Беларусь, Минск, Центральный ботанический сад НАН Беларуси

СОХРАНЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ РАСТЕНИЙ ПОСРЕДСТВОМ КЛОНАЛЬНОГО МИКРОРАЗМНОЖЕНИЯ

В связи с урбанизацией и активной хозяйственной деятельностью человека проблема сохранения биоразнообразия растений (из-за ускоренного сокращения ареалов распространения многих видов) приобретает глобальный характер. Общеизвестно, что сохранению биологического разнообразия придается большое значение, о чем свидетельствуют различные документы: Куньминско-Монреальская рамочная программа в области биоразнообразия, которая была принята 196 странами в 2022 г.; утвержден Национальный план действий по сохранению и устойчивому использованию биологического разнообразия на 2021–2025 гг. постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 21 декабря 2021 г. № 733 [1] и др.

Растительный мир Беларуси включает 11,5 тыс. видов растений (2100 видов высших и 9400 видов низших растений), из которых 96 видов занесены в Красную книгу Беларуси [2].

В настоящее время неоспоримо преимущество клонального микро-размножения перед традиционными методами вегетативного и генеративного размножения растений. Разнообразны области его применения: сельское и лесное хозяйство, цветоводство, медицинская и пищевая промышленность. В последнее время намечается тенденция к их расширению (сохранение редких и исчезающих видов растений, охрана окружающей среды).

Клональное микро-размножение взято на вооружение не случайно: оно экономически выгодно. Используя его, можно увеличить коэффициент

размножения до 10^6 экземпляров в год с одного маточного растения, что в сотни тысяч раз больше по сравнению с обычными методами размножения; получать здоровый материал, добиваться ускоренного перехода от ювенильной фазы развития растений к репродуктивной, размножать растения, которые вегетативно не размножаются или размножаются с трудом, а также имеют низкую жизнеспособность или семенную продуктивность, что особенно характерно для редких и исчезающих видов растений и интродуцентов.

Большое значение придают клональному микроразмножению в странах Западной Европы, Японии, Юго-Восточной Азии, Северной и Южной Америки [3].

Имеются научные публикации, свидетельствующие об успешном применении клонального микроразмножения для сохранения редких и исчезающих видов растений. Так, кактусовидный молочай *Euphorbia handiensis* Burchd – узкий канарский эндемик, находившийся под угрозой исчезновения, – был размножен в культуре *in vitro*. Аналогичным образом был сохранен канарский исчезающий вид *Senecio hermosae* Pitard [4]. В качестве эксплантов использовали апексы побегов, изолированных из растений, растущих в естественных условиях обитания. Полученные таким способом растения-регенеранты составили впоследствии устойчивую популяцию в ботаническом саду. Методом тканевой культуры удалось размножить и сохранить редкие виды росянок (*Drosera rotundifolia* L., *D. capillaris* Poir., *D. burkeana* Planch., *D. hilaris* Cham. et Chlecht.), канарские эндемики, некоторые виды луков (пскемский, алтайский, синеголубой), редкие виды орхидных умеренной зоны и мн. др. В ряде стран в связи с полным исчезновением некоторых видов орхидных или ввиду снижения их численности до критического значения проводятся работы по клональному микроразмножению и реинтродукции растений в природные экосистемы.

В результате комплексного исследования, проведенного по индуцируемому морфогенезу и регенерации, а также структурно-функциональной адаптации регенерантов при переносе их из культуральных сосудов в условия теплицы и открытого грунта, нами разработаны технологии клонального микроразмножения для рододендрона желтого (*Rhododendron luteum* Sweet) – реликта доледникового периода, занесенного в Красную книгу; редкого и исчезающего вида горницца весеннего (*Adonis vernalis* L.), ягодных растений (14 интродуцированных сортов голубики высокорослой, 5 сортов брусники обыкновенной) и декоративных растений (13 видов рододендронов и 5 сортов сирени обыкновенной (*Syringa vulgaris* L.)).

Разработанные технологии позволяют поставить на промышленную основу производство здорового, экологически чистого посадочного

материала таких ценных растений, какими являются интродуцированные сорта голубики высокорослой, брусники обыкновенной, сирени обыкновенной, интродуцированные виды рододендронов, обладающие пищевой и лекарственной ценностью, а также радиопротекторным действием (брусника, голубика), и удовлетворить потребности народного хозяйства Беларуси и других регионов СНГ, пострадавших от аварии на ЧАЭС, в этой продукции, а также способствуют сохранению редких и исчезающих видов растений (горицвет весенний, рододендрон желтый).

Газоустойчивость рододендронов позволяет озеленять ими крупные города и промышленные центры. Разработаны три метода регенерации рододендрона желтого, горицвета весеннего, интродуцированных сортов голубики высокорослой, брусники обыкновенной, сирени обыкновенной, интродуцированных видов рододендронов: 1) через активацию пазушных меристем, 2) пролиферацию каллуса и дальнейшую регенерацию из него растений, 3) непосредственно из ткани листа, минуя стадию образования каллуса. Регенерация интродуцированных сортов голубики высокорослой, сирени обыкновенной, брусники обыкновенной, интродуцированных видов рододендронов непосредственно из ткани листа может быть использована в системе генетической трансформации с целью получения трансгенных растений с новыми свойствами; регенерация через пролиферацию каллуса – в селекционной работе; регенерация через активацию пазушных меристем – для клонального микроразмножения растений, сохранения редких и исчезающих видов, поддержания биоразнообразия растений, его генофонда. Результаты экспериментальных исследований, полученные по индуцируемому морфогенезу и регенерации растений, позволили создать банк генотипов, представленный коллекцией стерильных культур, включающей 8 семейств, 15 родов и 16 видов, и служащий одним из путей сохранения биоразнообразия растений.

Таким образом, клональное микроразмножение можно использовать в качестве альтернативной возможности поддержания, сохранения и приумножения природного биоразнообразия растений, в том числе редких и исчезающих видов.

Список использованной литературы

1. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь : [сайт]. – Мн., 2025. – URL: <http://www.pravo.by> (дата обращения: 19.10.2025).
2. Первый национальный доклад по выполнению конвенции о биологическом разнообразии в Беларуси. – Мн. : БелЭКС, 1998. – 125 с.
3. A numeric index to establish conservation priorities for medicinal plants in the Paravachasca Valley, Córdoba, Argentina / G. Martínez, A. Planchuelo, E. Fuentes, M. Ojeda // Biodiversity and Conservation. – 2006. – Vol. 15, № 8. – P. 2457–2475.

4. Ortega, G. Contribucion a la conservacion “ex situ” de especies canarias in peligro: propagacion “in vitro” de *Senecio hermosae* Pitard / G. Ortega, A. Gonzales // *Botanica Macaronesica*. – 1985. – № 14. – P. 59–72.

К содержанию

УДК 504.75

MASHEEFA MACKEEN¹, Z. S. KUNTSEVICH²

¹Sri Lanka

²Belarus, Vitebsk, Vitebsk State Order of Peoples’ Friendship Medical University

CLIMATE CHANGE AND THE FUTURE OF SRI LANKA’S AYURVEDIC MEDICINAL PLANTS: ECOLOGICAL AND CONSERVATION CHALLENGES

Climate change represents an unprecedented threat to global biodiversity and traditional healthcare systems dependent on medicinal plants. This comprehensive review examines the multifaceted impacts of climate change on Ayurvedic medicinal plants in Sri Lanka, a biodiversity hotspot with rich ethnobotanical traditions. We analyze how altered temperature and precipitation patterns, extreme weather events, and shifting ecological balances directly threaten the availability, quality, and therapeutic efficacy of key medicinal species. Through synthesis of current research, we demonstrate that species such as *Salacia reticulata* (Kothala Himbutu), *Coscinium fenestratum* (Weniwel), and *Acorus calamus* (Wadakaha) face significant vulnerability due to their specific habitat requirements and sensitivity to environmental changes. The findings underscore the urgent need for integrated conservation strategies, sustainable harvesting practices, and climate-resilient cultivation methods to safeguard both biological diversity and traditional medical knowledge. This article aims to:

- a) summarize current knowledge of key medicinal plants utilized in Sri Lankan Ayurveda,
- b) evaluate how climate change is affecting their ecology and phytochemical quality, and
- c) discuss conservation and sustainable use strategies that can safeguard this natural heritage for future generations.

Sri Lanka is widely recognized as a biodiversity hotspot, with a rich flora that has underpinned traditional medicinal systems, particularly Ayurveda. The island’s indigenous and Ayurvedic practitioners rely on a large number

of medicinal plant species to treat a wide range of ailments. However, the accelerating pace of climate change, characterized by shifts in temperature regimes, altered rainfall patterns, extreme weather events, and habitat degradation, poses serious threats to the availability, distribution, chemical composition and ecological viability of these medicinal plants.

The status of medicinal plants in Sri Lanka and their importance. Sri Lanka's medicinal flora is substantial: recent work recognized 1,476 plant species used medicinally in Sri Lanka, of which approximately 969 were native and 195 endemic, with ~307 species already considered threatened. These plants contribute to both primary healthcare in rural communities and the national Ayurvedic heritage.

Traditional drinks such as *kola kanda* and *paspanguwa* reflect the deep cultural embeddedness of herbal therapies. Medicinal plant surveys in various regions consistently document over 100 species used locally, underscoring both local ecological richness and the communities' reliance on wild-harvested medicinal flora. This reliance raises concerns when the wild populations are impacted by environmental stressors.

Sri Lanka has experienced subtle but sustained climatic shifts: annual land surface temperature has increased by approximately 0.01–0.03 °C per annum over the past six decades, coinciding with more frequent extreme rainfall events, droughts and forest-habitat changes. These changes have several ecological implications relevant to medicinal plants:

a) Habitat alteration. Dry zones may expand, wet zones shrink, and microclimate regimes may shift, affecting species that are adapted to narrow ecological niches.

b) Phenological shifts. Changes in flowering time, seed-set, germination and growth may occur, reducing regenerative capacity of wild plant populations.

c) Plant chemical composition. Environmental stress can alter secondary metabolite production, which often determines medicinal potency.

d) Increased pest/disease pressure. Warmer, more humid conditions may favor pests/pathogens, decreasing plant vigor and yield.

Given that many Ayurvedic plants are region-specific (e. g., hill forests, lowland wet zones), these changes threaten both their ecology and medicinal utility.

Endemic species with restricted ranges are particularly vulnerable. For example, *Kokoona zeylanica*, listed as threatened, is impacted by habitat fragmentation and climate-driven changes in its montane habitat. Many other endemic medicinal species, *Mesua nagassarium*, *Coscinium fenestratum*, *Atalantia rotundifolia* also facing elevated risk due to combined effects of habitat loss and climate change. Climate change is forcing altitudinal and latitudinal range shifts for many medicinal species. Temperature-sensitive plants

endemic to Sri Lanka's montane regions, including several *Cinnamomum* species, are migrating to higher elevations, potentially leading to local extinctions in traditional harvesting areas. This fragmentation not only reduces genetic diversity but also increases harvesting costs and threatens the economic viability of traditional Ayurvedic practice.

The therapeutic efficacy of Ayurvedic plants depends on their unique phytochemical profiles, which are highly sensitive to environmental conditions. Medicinal plants' active compounds (alkaloids, flavonoids, tannins, terpenoids) are often produced in response to specific environmental cues such as UV exposure, nutrient availability and stress. Alterations in these cues may reduce the concentration or alter the profile of therapeutic compounds, thereby diminishing the medicinal value of the plants. For example, while not specific to Sri Lanka, studies globally have shown that increased CO₂ and temperature can reduce alkaloid concentration in medicinal species. And also, research on *Centella asiatica* (Gotu Kola) revealed that water stress increased triterpenoid concentration initially but caused significant reduction under prolonged drought conditions. Such variations challenge the consistency and reliability of Ayurvedic treatments that depend on standardized plant materials.

Rural communities in Sri Lanka rely heavily on wild harvesting of medicinal flora. As local populations decline or shift distribution, this can result in decreased access to raw plant material, increased cost, or substitution with less effective species. Traditional knowledge may also degrade as species become scarce or unavailable.

The potential reduction in availability and potency of medicinal plants carries several risks:

a) Reduced efficacy of traditional Ayurvedic remedies in rural populations who depend on them for primary healthcare.

b) Loss of biodiversity which also underpins ecosystem services (soil stabilisation, water regulation, carbon sequestration).

c) Loss of cultural heritage and traditional medicinal knowledge when species vanish or become inaccessible.

d) Increased reliance on imported pharmaceuticals if local medicinal plant supplies decline, potentially increasing healthcare costs for rural communities.

The impacts of climate change on Sri Lanka's Ayurvedic medicinal plants extend far beyond botanical concerns, threatening healthcare access, cultural heritage, and economic stability. Immediate action is required across multiple sectors: first, comprehensive vulnerability assessments should be conducted for priority medicinal species to identify those most at risk. Second, climate adaptation must be integrated into national healthcare planning, recognizing the importance of Ayurveda to public health. Third, support for climate-resilient cultivation and sustainable harvesting practices should be strengthened through policy and funding mechanisms.

References

1. Bamola, N. A Review on Some Traditional Medicinal Plants / N. Bamola, P. Verma, C. Negi // International Journal of Life Sciences Research. – 2018. – Vol. 4, № 1. – P. 1550–1556.

2. Ediriweera, E. R. H. S. S. A review on medicinal uses of weeds in Sri Lanka / E. R. H. S. S. Ediriweera // Tropical Agricultural Research and Extension. – 2007. – Vol. 10, № 1. – P. 11–16.

К содержанию

УДК 581.524.2:582.746.51(476.5)

**Л. М. МЕРЖВИНСКИЙ¹, Ю. И. ВЫСОЦКИЙ¹,
С. Э. ЛАТЫШЕВ¹, М. Н. ЯХНОВЕЦ²**

¹Беларусь, Витебск, ВГУ имени П. М. Машерова

²Беларусь, Пинск, Полесский государственный университет

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ИНВАЗИВНОГО ВИДА КЛЕНА ЯСЕНЕЛИСТНОГО (*ACER NEGUNDO* L.) В ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА БИОРАЗНООБРАЗИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ

В настоящее время внедрение чужеродных видов в естественную среду угрожает биоразнообразию во всем мире. Инвазии считаются глобальной экологической проблемой. Даже сформировалось новое научное направление – инвазионная биология. Одной из задач инвазионной биологии является инвентаризация инвазионных видов. Важное мероприятие по сохранению биоразнообразия и уменьшению негативных последствий биологических инвазий – составление Черных книг и black-листов, которые показывают степень загрязнения естественных и нарушенных местообитаний чужеродными видами.

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 ущерб. В ближайшее время будет нанесен и экономический ущерб. В настоящее время клен ясенелистный встречается по всей территории республики, местами образуя значительные заросли, а в некоторых местах уже образует монодоминантные растительные сообщества. В климатических условиях Беларуси вполне морозостойкий. В суровые зимы однолетние побеги повреждались морозами. Однако потепление климата хорошо отразилось на развитии клена ясенелистного, произрастающего в настоящее время в различных местообитаниях [1]. Мониторинг расселения этого вида, прогноз экспансии, а также попытка локализации и контроля очагов инвазии являются важной задачей экологической безопасности государства.

Материалом исследования являлись очаги инвазии клена ясенелистного (*Acer negundo* L.) в Витебской области. Эколого-флористические исследования проводились детально-маршрутным методом с применением GPS-навигации; обработка результатов осуществлялась с использованием ГИС-технологий и ГИС-картографирования, решение статистических и расчетных задач – с использованием электронной карты и созданной ГИС карты распространения клена ясенелистного.

На протяжении 2021–2025 гг. нами проводились полевые исследования в бассейне р. Западная Двина в пределах Витебской области – от границы с Российской Федерацией в окрестностях г. п. Сураж на территории Витебского района до границы с Латвией на территории Браславского района. Обследованы ее притоки (Усвяча, Каспля, Лужеснянка, Витьба, Лучеса, Кривинка, Улла, Оболь, Сосница, Полота, Ушача, Нача, Дисна, Ужица, Сарьянка, Волта, Вята, Друйка), малые реки и притоки притоков: Вымнянка (приток Каспли), Сильница (приток Витьбы), Березка (приток Кривинки), Московка, Везунья, Зароновка, Островница, Черногостица, Шевинка, Язвинка, Санники, Сечна, притоки Уллы (Лукомка, Усвейка, Свечанка) [2], а также территории всех административных районов Витебской области, чтобы дать современную оценку распространению клена ясенелистного, выявить пути его проникновения в различные природные комплексы, оценить его инвазионный потенциал, определить фитоценотическую роль и установить влияние на трансформацию природных комплексов и биологическое разнообразие растительных сообществ.

Клен ясенелистный – двудомное растение. Женские экземпляры вступают в плодоношение уже в 5- или 6-летнем возрасте. Взрослые растения ежегодно дают огромное количество семян. После вырубки и мужских, и женских экземпляров образуется сильная корневая поросль.

Первичными центрами инвазии клена ясенелистного являлись населенные пункты, где он широко использовался для озеленения, а также придорожные посадки клена. Установлено, что распространение инвазии

клена ясенелистного в долинах рек происходит путем переноса семян вниз по реке из очагов первичной инвазии (взрослые старые деревья). Ниже по реке, где сеянцам удалось внедриться в растительность, возникают новые популяции клена ясенелистного (очаги вторичной инвазии). Эти очаги второй генерации располагаются на разном удалении от материнского растения (от 100 м до 10 км). При достижении генеративного возраста деревьев в очагах вторичной инвазии (2-й генерации) они распространяют свои семена дальше вниз по реке. В местах внедрения из сеянцев развиваются очаги вторичной инвазии 3-й генерации. В случае успешного развития новой инвазивной популяции через несколько лет процесс расселения клена ясенелистного повторяется.

В обследованном регионе выявлено более 3000 мест произрастания инвазивного вида клена ясенелистного (*Acer negundo* L.) Прибором спутниковой навигации *GARMIN GPSmap60CSx* зафиксированы GPS-координаты обнаруженных локалитетов клена, сделано их описание. Клен ясенелистный зафиксирован в озеленении практически всех крупных населенных пунктов (районные центры, агрогородки, центры сельских советов и др.), а также вдоль автомобильных и железных дорог. Сделана комплексная оценка инвазионного потенциала клена ясенелистного (*Acer negundo* L.) в бассейне р. Западная Двина и угрозы распространения инвазии на отдельных реках бассейна по 5-балльной системе (очень высокая, высокая, средняя, малая, угрозы нет). Создана картографическая база данных мест произрастания клена ясенелистного в программе *OziExplorer*, включающая все точки GPS. Средствами ГИС на платформе *MapInfo* проведен анализ территориального распространения клена, распределения земель по землепользователям и оценка состояния обследованных популяций.

На р. Западная Двина очень высокая степень угрозы распространения инвазии клена ясенелистного. На всем протяжении реки происходит расширение площади зарослей и появление новых локалитетов клена. На многих участках берегового склона клен ясенелистный сформировал по линии паводка монодоминантные полосы с 100 %-м покрытием и полностью заместил аборигенные древесные породы в нижней или средней полосе зарастания склонов поймы.

В населенных пунктах клен массово распространяется на пустырях, мусорных местах, хоздворах, приусадебных участках, вдоль дорог. На транспортных коммуникациях также идет массовое распространение клена ясенелистного. Источником инвазии служат женские плодоносящие деревья.

Клен ясенелистный характеризуется значительной силой воздействия на окружающие растения через фитогенное поле и с помощью

аллелопатических взаимодействий. Он является биологически агрессивным видом, присутствие которого приводит к существенной трансформации полуестественных и естественных экосистем. В итоге изменяются световой и минеральный режимы, исчезают обычные для исходного сообщества виды флоры, ухудшается кормовая база животных. В некоторых случаях формируются мертвопокровные участки, на которых почти полностью отсутствует живой напочвенный покров. Помимо этого, лежащие стволы растения имеют свойство укореняться и создавать обильную вегетативную поросль. Вид практически полностью останавливает возобновление аборигенных древесных и кустарниковых растений. Формирует монодоминантные заросли вдоль рек [3].

Работа выполнялась в рамках двух заданий – «Комплексная оценка инвазивного потенциала Клена ясенелистного (*Acer negundo* L.) в бассейне реки Западная Двина в пределах Беларуси» (рег. № 20210540 – 2021-2023); «Определить скорость распространения клена ясенелистного (*Acer negundo* L.) в пределах Витебской области и разработать прогноз его расселения из первичных центров инвазии» (рег. № 20240186 2024-2025) ГПНИ «Природные ресурсы и окружающая среда», подпрограмма «Биоразнообразие, биоресурсы, экология»

Список использованной литературы

1. Черная книга флоры Беларуси: чужеродные вредоносные растения / под общ. ред. В. И. Парфенова, А. В. Пугачевского ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича. – Мн. : Бел. наука, 2020. – 407 с.

2. Распространение клена ясенелистного (*Acer negundo* L.) в пойме реки Улла / Л. М. Мержвинский, Ю. И. Высоцкий, С. Э. Латышев, В. В. Латышева // Наука – образованию, производству, экономике : материалы LXXV регион. науч.-практ. конф. преподавателей, науч. сотрудников и аспирантов, Витебск, 3 марта 2023 г. / Витеб. гос. ун-т ; редкол.: Е. Я. Аршанский (гл. ред.) [и др.]. – Витебск : ВГУ им. П. М. Машерова, 2023. – С. 110–112.

3. Яхновец, М. Н. Влияние *Acer negundo* на видовой состав лесных сообществ в долине реки Пина / М. Н. Яхновец, Л. М. Мержвинский // Наука – образованию, производству, экономике : материалы LXXXV регион. науч.-практ. конф. преподавателей, науч. сотрудников и аспирантов, Витебск, 3 марта 2023 г. / Витеб. гос. ун-т ; редкол.: Е. Я. Аршанский (гл. ред.) [и др.]. – Витебск : ВГУ им. П. М. Машерова, 2023. – С. 146–148.

К содержанию

УДК 58.006

А. Н. МЯЛИК, В. В. ТИТОК

Беларусь, Минск, Центральный ботанический сад НАН Беларуси

РЕЗУЛЬТАТЫ ТАКСОНОМИЧЕСКОЙ ВЕРИФИКАЦИИ НЕКОТОРЫХ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ ИЗ КОЛЛЕКЦИЙ ЦБС НАН БЕЛАРУСИ

Высокое разнообразие растений в коллекциях Центрального ботанического сада НАН Беларуси (далее – ЦБС), полученных из различных природных регионов земного шара, определяет сложность учета образцов и их видовой идентификации. В связи с этим высокую актуальность имеют работы по ревизии таксономического состава коллекций, обновлению существующих баз данных и документированию культивируемых таксонов гербарными образцами и фотоизображениями. При этом стремительное развитие цифровых биоинформационных технологий в последние десятилетия кардинально изменило специфику работы ботаников. Наличие в открытом доступе баз данных по биоразнообразию, определительных ключей, а также описаний и изображений различных видов растений существенно упрощает проблему диагностики и выверки таксонов различного географического происхождения, которая еще два десятилетия назад оставалась достаточно сложной и трудно решаемой. В настоящее время в ЦБС содержится 42 коллекции растений, выращиваемых в условиях открытого и защищенного грунта, две коллекции *in vitro*, а также две гербарные коллекции [1]. Особую актуальность работы по ревизии таксономического состава имеют для коллекций живых растений *ex situ*, поскольку последние составляют основу коллекционного фонда ЦБС, способствуют сохранению разнообразия мировой флоры и используются в международном ботаническом обмене семенным материалом.

В последние годы в ЦБС проводится активная работа по верификации образцов живых растений из коллекционного фонда. Совместно с кураторами выполняется документирование образцов путем их гербаризации, а также размещения изображений на интернет-платформе inaturalist.org. Всего такая работа была проведена с 348 таксонами травянистых растений, что в целом составляет значительную часть отдельных коллекций. Например, задокументировано 50,4 % образцов коллекции пряноароматных растений, 76,4 % видов из коллекции охраняемых растений природной флоры Беларуси, 22,9 % из коллекции медоносных и красильных растений. Различный охват образцов из отдельных коллекций объясняется наличием

«сомнительных» таксонов, нуждающихся в первоочередной верификации. В таблице представлены результаты ревизии образцов из коллекций лекарственных, пряноароматных, медоносных и красильных растений.

Таблица – Результаты верификации образцов из коллекций ЦБС

№ интродукционный	Название коллекционного образца	
	до ревизии	после ревизии
276564	<i>Salvia nemorosa</i> L.	<i>Nepeta racemosa</i> Lam.
201893	<i>Coreopsis grandiflora</i> Hogg ex Sweet	<i>Coreopsis lanceolata</i> L.
259094	<i>Nepeta</i> sp.	<i>Nepeta grandiflora</i> M. Bieb.
213305	<i>Grindelia</i> sp.	<i>Grindelia squarrosa</i> (Pursh) Dunal
264929	<i>Mentha</i> × <i>piperita</i> L.	<i>Mentha</i> × <i>dalmatica</i> Tausch
270325	<i>Mentha</i> × <i>piperita</i> L.	<i>Mentha</i> × <i>dalmatica</i> Tausch
209862	<i>Stachys sieboldii</i> Miq.	<i>Betonica officinalis</i> L.
279843	<i>Inula britannica</i> L.	<i>Bidens cernua</i> L.
279155	<i>Allium victorialis</i> L.	<i>Allium nutans</i> L.
261267	<i>Helianthemum nummularium</i> (L.) Mill.	<i>Helianthemum nummularium</i> subsp. <i>grandiflorum</i> (Scop.) Schinz & Thell.
226045	<i>Reseda luteola</i> L.	<i>Reseda lutea</i> L.
221058	<i>Ferula communis</i> L.	<i>Silaum silaus</i> (L.) Schinz & Thell.
220337	<i>Ferula foetida</i> (Bunge) Regel	<i>Silaum silaus</i> (L.) Schinz & Thell.
250011	<i>Ononis arvensis</i> L.	<i>Ononis spinosa</i> L.
–	<i>Achillea</i> sp.	<i>Achillea collina</i> (Becker ex Rchb.f.) Heimerl
279750	<i>Thymus subarcticus</i> Klokov & Des.-Shost.	<i>Thymus serpyllum</i> subsp. <i>serpyllum</i>
267114	<i>Satureja vulgaris</i> (L.) Bég.	<i>Satureja montana</i> L.
279208	<i>Mentha aquatica</i> L.	<i>Mentha</i> × <i>piperita</i> L.
279207	<i>Mentha arvensis</i> L.	<i>Mentha</i> × <i>piperita</i> L.
278203	<i>Macleaya cordata</i> (Willd.) R. Br.	<i>Macleaya microcarpa</i> (Maxim.) Fedde
222277	<i>Pyrethrum majus</i> (Desf.) Tzvelev	<i>Tanacetum balsamitoides</i> Sch. Bip.
267671	<i>Ligularia clivorum</i> Maxim.	<i>Ligularia splendens</i> (H. Lév. & Vaniot) Nakai
225046	<i>Monarda citriodora</i> Cerv. ex Lag.	<i>Monarda fistulosa</i> L.
226376	<i>Salvia deserti</i> Decne.	<i>Salvia nemorosa</i> L.
267121	<i>Satureja parnassica</i> Heldr. & Sartori ex Boiss.	<i>Satureja montana</i> L.

Сложность ревизии коллекций ботанических садов заключается в представленности здесь большого числа близкородственных таксонов (разновидности, подвиды, узколокальные эндемики и др.) из различных

регионов земного шара, что исключает наличие универсальных определительных таблиц и ключей. Соответственно, документирование живых растений этих видов путем сбора гербарного материала, а также создания фотоизображений различных частей растений с диагностическими признаками и их размещение в международных базах данных по биоразнообразию (insturlist.org, gbif.org) позволяет выверить видовой состав современных коллекций. Всего в 2024 г. выполнена диагностика 348 таксонов из различных коллекций травянистых растений ЦБС. Для их надежной диагностики собран гербарный материал в количестве 1819 листов, который после обработки и инсерации пополнит фонды гербария MSKH. В настоящее время достоверно переопределено 37 таксонов травянистых растений, а для 32 уточнены названия в соответствии с современными требованиями ботанической номенклатуры.

Полученные данные позволяют усовершенствовать работу по учету, содержанию и пополнению коллекций ЦБС новыми видами растений, а также их документированию. Собранные гербарные образцы и фотоизображения живых растений в дальнейшем будут сопоставлены в сравнительном аспекте с имеющимися географическими сборами гербария MSKH, описаниями растений из флористических сводок и изображениями из мировых баз данных по биоразнообразию, что позволит с высокой точностью установить видовую принадлежность большинства коллекционных образцов из сложных в систематическом отношении групп.

Таким образом, ревизия таксономического состава культивируемых растений из коллекций ЦБС позволяет выверить их современный видовой состав, внести коррективы в Главную интродукционную книгу и базу данных, улучшить условия документирования сохраняемых образцов, а также наметить дальнейшие работы по пополнению коллекций новыми таксонами.

Список использованной литературы

1. Государственное научное учреждение «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси» / сост. И. К. Володько, Л. В. Гончарова. – Мн. : Конфидо, 2022. – 80 с.

[К содержанию](#)

УДК 502.175-047.36(476.7)

В. И. ПИНЧУК, М. В. ЛЕВКОВСКАЯ

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В ПРОМЗОНЕ Г. ГОМЕЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ *LEMNA MINOR* L.

Представители семейства рясковых (*Lemnaceae* S.F. Gray) нашли широкое применение в качестве экспериментальных объектов при проведении морфогенетических, экологических, физиологических и биохимических исследований. Рясковые являются удобными индикаторами для установления токсичности и разных видов загрязнения водной и почвенной среды [1; 2]. В условиях Беларуси семейство *Lemnaceae* включает р. *Spirodela* (*S. polyrhiza* (L.) Schleid), р. *Lemna* (*L. gibba* L., *L. minor* L., *L. trisulca* L.), р. *Wolffia* (*W. arrhiza* (L.) Horkel ex Wimm.) [3].

Ряска малая (*Lemna minor* L.) является важным компонентом растительного покрова стоячих и медленно текущих вод озер, прудов, стариц и канав на территории всей страны, способна произрастать в чистых и промышленно загрязненных экотопах [3–6]. *Lemna minor* часто используется в качестве тест-объекта за счет повсеместной встречаемости, маленьких размеров, высокой скорости роста, преобладания вегетативного размножения, нетребовательности к условиям среды. По ростовым и физиологическим характеристикам ряски, возникновению специфических ответных реакций листецов (хлороз, некроз) на определенные поллютанты, изменению репродуктивного потенциала популяций, а также способности аккумулировать некоторые химические элементы можно установить степень загрязнения и токсичности воды [1; 2; 5–8].

Цель – оценить качество поверхностных вод обводного канала в промышленной зоне г. Гомеля по специфическим морфологическим изменениям и скорости роста ряски малой (*Lemna minor* L.).

Летом 2024 г. были отобраны модельные растения *Lemna minor* из естественных популяций (участок р. Узы в окрестностях д. Новая Буда Гомельского района) и помещены в пробы воды, взятые с поверхности обводного канала в западной части промзоны г. Гомеля. В качестве контроля была использована водопроводная вода. В каждую пробу воды в 10-кратной повторности из трех точек отбора помещали по 15 листецов ряски малой, учитывая их количество и специфические морфологические изменения через 7 суток, затем рассчитывали коэффициент мгновенного роста популяции (r) и показатель токсичности среды по отношению к контролю (D_t) [2; 7–10].

В ходе проведения биотестирования отмечен рост количества листецов ряски малой во всех вариантах опыта. Средняя численность листецов *Lemna minor* через 7 суток в трех опытных пробах составила $26,2 \pm 0,25$, $26,3 \pm 0,21$, $26,4 \pm 0,31$; в контрольной пробе – $30,8 \pm 0,25$ шт. Количество листецов в тестируемых образцах изменяется незначительно – от 25 до 28 шт., в контрольном образце – 30–32 шт. Величина показателя в контрольном варианте превышает опытные данные на 14,94 %, 14,61 %, 14,29 %.

К количественным параметрам оценки специфической индивидуальной реакции тест-культуры относится также показатель отношения числа листецов к числу особей [8], который составил в опытных пробах $2,12 \pm 0,03$, $2 \pm 0,04$, $1,93 \pm 0,04$ при степени повреждения листецов 31,7 %, 25,95 %, 25,38 %; в контрольной пробе – $1,32 \pm 0,009$, доля повреждений – 4,24 %. Полученные данные тестируемых образцов свидетельствуют об умеренной степени загрязнения поверхностных вод (III класс качества).

В таблице приведены результаты расчетов скорости роста популяций, время удвоения численности *Lemna minor* в контрольном и опытных вариантах, степень токсичности среды.

Таблица – Рост *Lemna minor* L. в различных вариантах опыта

Проба	Коэффициент мгновенного роста (r)	Время удвоения численности ряски ($t_{удв}$), сут.	Показатель токсичности среды (D_t), %
1	$0,080 \pm 0,001$	$8,73 \pm 0,15$	22,51
2	$0,080 \pm 0,001$	$8,66 \pm 0,13$	21,96
3	$0,081 \pm 0,002$	$8,63 \pm 0,18$	21,39
Контроль	$0,103 \pm 0,001$	$6,75 \pm 0,08$	–

Изменение коэффициента роста характеризует сумму лимитирующих факторов среды, препятствующих максимальной реализации репродуктивного потенциала (r_{max}), рассчитанного по контролю [7]. Коэффициент мгновенного роста популяции *Lemna minor* в контрольной пробе – 0,103. В опытных пробах зарегистрировано снижение данного показателя до 0,080–0,081, в 1,27–1,29 раза, что указывает на ингибирование скорости роста ряски малой в сравнении с контролем и отражает сопротивление среды. Время удвоения численности популяции ряски в опытных образцах тестируемых вод относительно контроля увеличивается на 29,33 %, 28,30 % и 27,85 %.

Величина показателя токсичности среды, рассчитанного с учетом коэффициента роста популяций *Lemna minor*, в трех опытных вариантах по отношению к контрольному составила 22,51 %, 21,96 %, 21,39 %, в среднем 21,95 %, что соответствует умеренной степени токсичности.

Таким образом, результаты исследований качества поверхностных вод обводного канала в условиях промышленной зоны г. Гомеля позволяют определить степень загрязнения и токсичности тестируемых образцов как умеренную (III класс качества воды).

Список использованной литературы

1. Жизнь растений : в 6 т. / под ред. А. Л. Тахтаджяна. – М. : Просвещение, 1974–1982. – Т. 6 : Цветковые растения. – 1982. – 608 с.
2. Цаценко, Л. В. Рясковые как модельный объект в биотестировании водной и почвенной среды / Л. В. Цаценко // Масличные культуры : науч.-техн. бюл. Всерос. науч.-исслед. ин-та маслич. культур. – 2018. – Вып. 4 (176). – С. 146–151.
3. Определитель высших растений Беларуси / под ред. В. И. Парфенова. – Мн. : Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.
4. Определитель растений Белоруссии / под ред. Б. К. Шишкина, М. П. Томина, М. Н. Гончарика. – Мн. : Выш. шк., 1967. – 872 с.
5. Капитонова, О. А. Особенности аккумуляции тяжелых металлов рясковой малой (*Lemna minor* L.) / О. А. Капитонова // Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства. – 2004. – № 1. – С. 132–134.
6. Характеристика изменчивости морфофизиологических показателей ряски малой (*Lemna minor*) в условиях культивирования с тяжелыми металлами / Е. П. Живицкая, А. Г. Сыса, И. Э. Бученков, Е. К. Власенко // Журнал Белорусского государственного университета. Экология. – 2022. – № 3. – С. 26–32.
7. Биоиндикация и биотестирование в пресноводных экосистемах : учеб. пособие для высш. учеб. заведений / Н. В. Зуева, Д. К. Алексеев, А. Ю. Куличенко [и др.]. – СПб. : РГГМУ, 2019. – 140 с.
8. Мусатова, О. В. Биоиндикация и биоповреждения : метод. рекомендации к лаб. работам / О. В. Мусатова. – Витебск : Изд-во УО «ВГУ им. П. М. Машерова», 2006. – 32 с.
9. Федорова, А. И. Практикум по экологии и охране окружающей среды : учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений / А. И. Федорова, А. Н. Никольская. – М. : ВЛАДОС, 2001. – 288 с.
10. Цаценко, Л. В. Система тестов для оценки загрязнения компонентов агроценоза солями тяжелых металлов и пестицидами / Л. В. Цаценко, Н. Г. Малюга // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2000. – № 2–3. – С. 106–108.

К содержанию

УДК 631.8; 631.4

**Д. А. ПРИВИЗЕНЦЕВА, А. С. КИСЛАЯ, Д. В. ДРОЗДЕНКО,
М. А. ГУЛЯЕВА**

Россия, Ростов-на-Дону, АБиМ имени Д. И. Ивановского ЮФУ

ВЛИЯНИЕ ГИДРОУГЛЕЙ ИЗ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ НА АКТИВНОСТЬ КАТАЛАЗЫ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО

Более трети почв мира находится в деградированном состоянии. Одним из способов восстановления нарушенных земель является внесение в нее углеродистых добавок, например гидроугля, получаемого в ходе гидротермальной карбонизации. Биологическая активность почв рассматривается как показатель ее здоровья. Известно, что добавление гидроугля приводит к увеличению микробной активности за счет внесения с ним в почву питательных веществ на границе раздела гидроуголь – почва. Помимо этого, гидроуголь способствует увеличению органического вещества почвы, в результате чего может происходить иммобилизация N и P. С одной стороны, данное явление стимулирует микробную активность, а с другой – снижает доступность указанных элементов [1]. Пористость гидроугля также может быть связана с численностью микроорганизмов [2]. Большая площадь внутренней и внешней поверхности частиц биоугля создает среду обитания для микроорганизмов, которая защищает их от естественных врагов [3].

Однако данные о влиянии гидроуглей на ферментативную активность почвы ограничены. В связи с этим целью нашего исследования является оценка воздействия гидроугля из древесных отходов на ферментативную активность чернозема обыкновенного.

В качестве сырья для производства гидроуглей была взята древесная биомасса ольхи. Обрезанные ветви ольхи была измельчены до щепы размером 5–7 мм. Использовалось высокотехнологичное оборудование серии FCF/CJF производства компании Zhengzhou KeDa Machinery. Гидроугли были приготовлены при различных температурах (180, 200 и 220 °C) и времени выдержки (30, 60 и 90 минут).

Почва, использованная в инкубационном эксперименте, была отобрана с территории ботанического сада (47.234178, 39.648669) с глубины 0–20 см. Почва была доведена до воздушно-сухого состояния и просеяна через сито с диаметром пор 1 мм. В контейнер объемом 350 мл вносили почву массой 200 г. Гидроугли вносились в почву в дозе 1 %. В качестве эталона служила контрольная почва. Схема эксперимента представлена в таблице.

Таблица – Схема лабораторного эксперимента

Шифр образца	T*, °C	t*, мин	Доза внесения, %
Контроль			
H_180_3	180	30	1
H_200_3	200	30	
H_220_3	220	30	
H_180_6	180	60	
H_200_6	200	60	
H_220_6	220	60	
H_180_9	180	90	
H_200_9	200	90	
H_220_9	220	90	

Примечание – T – температура; t – время выдержки.

Каталаза является распространенным антиоксидантным ферментом, катализирующим разложение перекиси водорода. Это позволяет уменьшить токсическое действие перекиси водорода на живые организмы в почве. Активность каталазы определяли по методу [4]. Активность фермента выражают в миллилитрах O₂, выделяющегося за 1 минуту из 1 г почвы (мл O₂/г мин).

На рисунке представлена активность каталазы в почвах, обработанных гидроуглями в дозе 1 %.

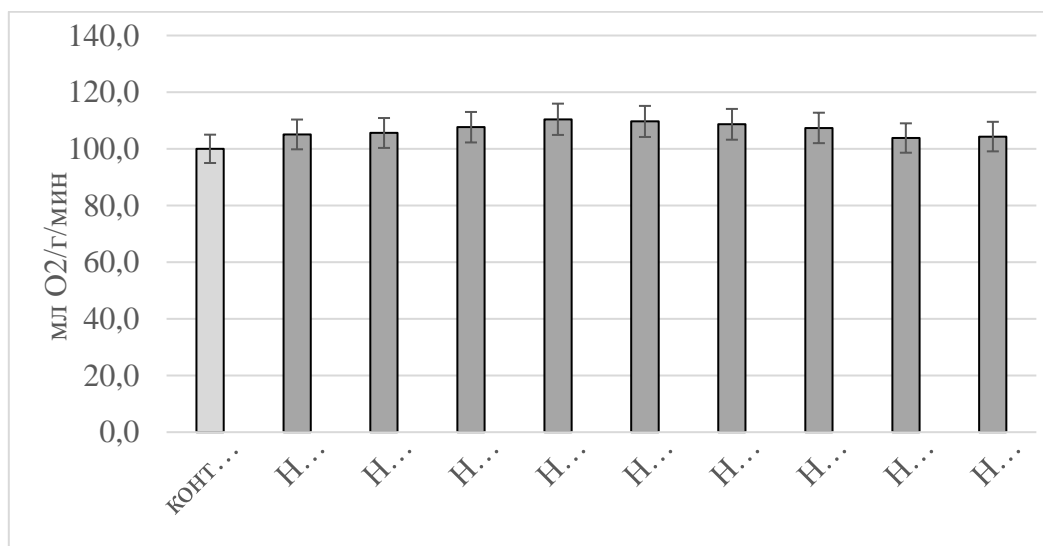


Рисунок – Активность каталазы в опытных и контрольном вариантах

Не было обнаружено значимых различий между вариантами ($p > 0,05$). Однако в исследованиях [5], [6] активность каталазы повышается после обработки почвы биоуглем. Гидроуголь повышает активность

каталазы, выступая в качестве медиатора в реакциях поглощения активных форм кислорода. Результаты, наблюдаемые в [7], продемонстрировали, что активность ферментов зависит от типа сырья и времени инкубации. Эти расхождения подчеркивают сложную взаимосвязь между свойствами гидроугля, почвенными условиями и ферментативной активностью, что обуславливает необходимость дальнейших исследований по применению гидроуглей для улучшения состояния почвы.

Исследование выполнено при финансовой поддержке ПСАЛ Южного федерального университета «Приоритет 2030» (СП-12-24-01).

Список использованной литературы

1. The short-term effects of pyro-and hydrochars derived from different organic wastes on some soil properties / O. J. Tarf, M. O. Akça, Y. O. Donar [et al.] // *Biomass Conversion and Biorefinery*. – 2022. – Vol. 12. – P. 129–139.
2. Ren, J. Effect of sewage sludge hydrochar on soil properties and Cd immobilization in a contaminated soil / J. Ren, F. Wang, Y. Zhai [et al.]. – *Chemosphere*. – 2017. – Vol. 189. – P. 627–633.
3. Thies, J. Characteristics of biochar: biological properties / J. Thies, M. C. Rillig // *Biochar for Environmental Management: Science and Technology* / ed. by J. Lehmann, S. Joseph. – London, 2009. – P. 85–105.
4. Галстян, А. Ш. Унификация методов исследования активности ферментов почв / А. Ш. Галстян // *Почвоведение*. – 1978. – № 2. – С. 107–114.
5. Elucidating the impact of biochar with different carbon/nitrogen ratios on soil biochemical properties and rhizosphere bacterial communities of flue-cured tobacco plants / Y. Yang, C. Ye, W. Zhang [et al.] // *Frontiers in Plant Science*. – 2023. – Vol. 14. – P. 1250669.
6. Hydrothermal biochar enhances the photosynthetic efficiency and yield of alfalfa by optimizing soil chemical properties and stimulating the activity of microbial communities / X. Yan, Z. Wang, M. Zhao [et al.]. // *Scientific Reports*. – 2024. – Vol. 14. – P. 31420.
7. Soil Enzyme Activity Response under the Amendment of Different Types of Biochar / P. Wojewódzki, J. Lemanowicz, B. Debska, S. A. Haddad // *Agronomy*. – 2022. – Vol. 12, № 3. – P. 569.

К содержанию

УДК 581.2

И. А. РОМАНЮК

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

БОЛЕЗНИ ДРЕВЕСНЫХ ИНТРОДУЦЕНТОВ Г. КОБРИНА

Хозяйственная деятельность человека оказывает значительное влияние на природные экосистемы, изменяя ареалы растений и способствуя их распространению за пределы естественных мест обитания. Эти процессы изучаются в рамках интродукции – отрасли биологических наук, исследующей введение дикорастущих видов в культуру как внутри, так и вне их природных ареалов.

Изучение древесных интродуцентов имеет важное научное и практическое значение. Оно позволяет выявить виды, способные успешно адаптироваться к местным климатическим и почвенным условиям, а также устойчивые к фитопатогенам. Это способствует формированию более стабильных и жизнеспособных городских насаждений, снижает риск массовых поражений растений и повышает экологическую надежность зеленой инфраструктуры. Кроме того, такие исследования позволяют оценить потенциал интродуцированных видов для использования в озеленении других населенных пунктов региона. Особое внимание уделяется выявлению патогенов, поражающих интродуцированные виды, что позволяет оценить их адаптационный потенциал и устойчивость, а также разработать меры по защите зеленых насаждений. Полученные данные могут быть использованы в образовательных целях, а также при планировании ландшафтных и экологических мероприятий.

Таким образом, интродукция растений играет ключевую роль в формировании экологически устойчивой городской среды и расширяет возможности ботанических и экологических исследований [1].

Объектом исследования выступали древесные интродуцированные растения, произрастающие на территории г. Кобрина. Исследование проводилось с использованием маршрутного метода, предполагающего последовательное обследование зеленых насаждений в различных районах города.

В ходе исследования было выявлено 46 видов древесных интродуцентов, произрастающих на территории г. Кобрина. Они встречаются в парках, скверах, вдоль улиц, во дворах и на приусадебных участках. Наибольшее число видов относится к отделу *Magnoliophyta* (покрытосеменные), что свидетельствует о высокой адаптационной способности этих растений к местным климатическим и почвенным условиям.

Из отдела *Pinophyta* (хвойные) в городе представлены 2 семейства – *Pinaceae* и *Cupressaceae*, включающие по 4 и 2 рода соответственно

(*Larix*, *Pinus*, *Abies*, *Picea*, *Thuja*, *Juniperus*). Хвойные интродуценты устойчивы к низким температурам и загрязнению воздуха, поэтому широко применяются в городском озеленении.

Среди покрытосеменных преобладают представители порядка *Rosales* (семейство *Rosaceae*), объединяющего 16 видов. Роды *Spiraea*, *Rosa*, *Crataegus*, *Sorbus*, *Cydonia*, *Prunus*, *Cerasus* и др. ценятся за декоративность, обильное цветение и устойчивость к стрижке.

Семейство *Fabaceae* включает 4 вида, семейства *Oleaceae*, *Juglandaceae* и *Salicaceae* – по 2 вида. Остальные семейства (*Elaeagnaceae*, *Rutaceae*, *Anacardiaceae*, *Hippocastanaceae*, *Tiliaceae*, *Actinidiaceae*, *Scrophulariaceae*, *Schisandraceae*) включают по 1 виду [2–4].

Таким образом, флора древесных интродуцентов г. Кобрин отличается высоким таксономическим разнообразием и сочетает декоративные, хозяйственно ценные и экологически устойчивые породы, обеспечивающие не только эстетическое оформление городской среды, но и улучшение ее микроклимата. Преобладание покрытосеменных отражает благоприятные условия для их произрастания и высокую степень адаптации к антропогенным нагрузкам.

При исследовании растений на предмет поражений патогенами были выявлены три основных типа грибных заболеваний листьев: пятнистости, ржавчина и мучнистая роса.

Наиболее распространенными оказались пятнистости, вызванные грибами родов *Phyllosticta*, *Septoria* и *Gloeosporium*. Симптомы бурой пятнистости были зафиксированы на таких видах, как рябина круглолистная (*Sorbus aria*), айва обыкновенная (*Cydonia oblonga*), алыча (*Prunus divaricata*), слива домашняя (*Prunus domestica*), вишня обыкновенная (*Cerasus vulgaris*), черешня (*Cerasus avium*), абрикос (*Armeniaca vulgaris*) и персик (*Persica vulgaris*).

Ржавчина, вызываемая грибами порядка *Uredinales*, была обнаружена как на голосеменных (*Larix leptolepis*, *Larix decidua*, *Abies balsamea*, *Abies concolor*, *Picea pungens*), так и на покрытосеменных растениях (*Sorbus aria*, *Cerasus avium*, *Armeniaca vulgaris*, *Populus pyramidalis*, *Aesculus hippocastanum*, *Tilia tomentosa*, *Tilia europaea*).

Мучнистая роса, вызванная узкоспециализированными грибами порядка *Erysiphales*, проявлялась в виде поверхностного мицелия на листьях и побегах. Ее развитие отмечено на *Sorbus aria*, *Cerasus avium*, *Armeniaca vulgaris*, *Morus alba*, *Hippophae rhamnoides*, *Syringa vulgaris*, *Juglans regia* и *Juglans mandshurica* [5; 6].

Исследование фитопатогенов древесных интродуцентов в г. Кобрине выявило широкий спектр грибных заболеваний, поражающих как покрытосеменные, так и голосеменные виды. Это подчеркивает необходимость

регулярного мониторинга состояния городских насаждений, особенно в условиях изменяющегося климата и растущей антропогенной нагрузки. Полученные данные служат основой для разработки эффективных мер защиты растений, формирования устойчивых озеленительных стратегий и поддержания экологической стабильности городской среды.

Список использованной литературы

1. Федорук, А. Т. Интродуцированные деревья и кустарники западной части Белоруссии / А. Т. Федорук ; под ред. И. Д. Юркевича. – Мн. : Изд-во БГУ, 1972. – 192 с.
2. Определитель высших растений Беларуси / под ред В. И. Парфенова. – Мн. : Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.
3. Определитель высших растений Украины / Д. Н. Доброчаева, М. И. Котов, Ю. Н. Прокуди [и др.]. – Киев : Наук. думка, 1987. – 548 с.
4. Ванин, А. И. Определитель деревьев и кустарников / А. И. Ванин. – М. : Лесная пром-сть, 1967. – 234 с.
5. Трейвас, Л. Ю. Болезни и вредители хвойных растений : атлас-определитель / Л. Ю. Трейвас. – М. : Фитон XXI, 2014. – 143 с.
6. Головин, П. Н. Мучнисто-росяные грибы, паразитирующие на культурных и полезных растениях / П. Н. Головин. – Л. : Изд-во АН СССР, 1960. – 263 с.

К содержанию

УДК 581.92

А. И. САДКОВСКАЯ¹, О. В. СОЗИНОВ²

¹Минск, БГУ

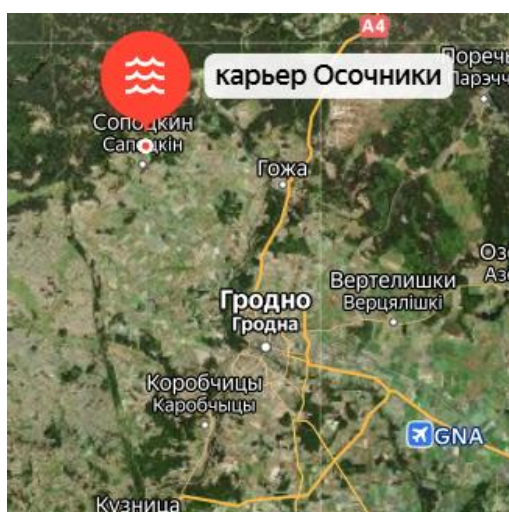
²Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

ФЛОРИСТИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПРИБРЕЖНО-ВОДНОЙ ПОЛОСЫ ГРАВИЙНОГО КАРЬЕРА ОСОЧНИКИ-1 (ГРОДНЕНСКИЙ РАЙОН)

Карьеры по добыче строительных материалов (гравийные, песчаные и иные виды) являются техногенными формами рельефа, самостоятельное восстановление растительности на которых затруднено, вследствие чего изучение флористического состава карьеров важно для оценки их экологического состояния и потенциала рекультивации, сохранения биоразнообразия, оценки воздействия добычи на местную флору и формирования первичной сукцессии. Кроме того, такое исследование может выявить

инвазивные виды растений, которые могут представлять угрозу для местных экосистем [1].

Исследования проводили на территории гравийного карьера Осочники-1 (N 53.84472 E 23.65968, С. окрестностей г. п. Сапоцкин, Гродненского района Гродненской области, Беларусь, рисунок). Карьер находится в эксплуатации около 20 лет (начало разработки 01.01.2006). Площадь карьера около 1,1 км², из них водное зеркало составляет около 0,7 км². В гравийном карьере сформировано три пруда, которые разделены транспортной инфраструктурой.



А



Б

Красной стрелкой обозначено место проведения исследований

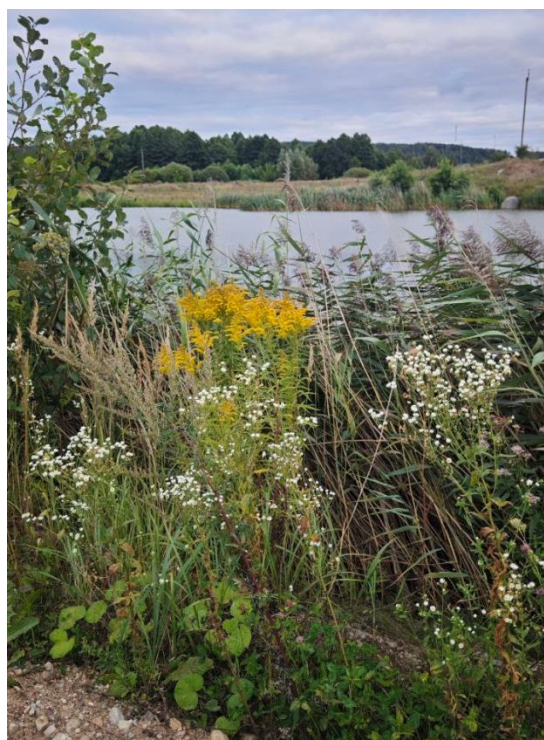
Рисунок – Месторасположения гравийного карьера Осочники-1 (А) и внешний облик летом 2025 г. (Б)

Сбор гербарного материала осуществляли маршрутным методом вдоль береговых линий озер – 30 см на водное зеркало (водная полоса) и 30 см от кромки воды по берегу (береговая полоса). Определение видовой принадлежности проводили по «Определителю высших растений» [2]. Гербарные образцы переданы в гербарий Гродненского государственного университета имени Янки Купалы (GRSU).

В ходе обследования прибрежно-водной растительности (водная полоса) гравийного карьера Осочники-1 нами выявлено 28 видов сосудистых растений и 1 вид харовых водорослей в водной полосе. Преобладающими семействами являются Asteraceae (4 вида), Salicaceae (3 вида), Poaceae (3 вида), Juncaceae, Lamiaceae, Polygonaceae, Typhaceae по 2 вида, остальные 10 семейств характеризуются одиночными представителями. Найдено новое местопроизрастание *Typha laxmannii* для Гродненского района (фото 1).



А



Б

Фото 1 – *Typha laxmannii* (А) и *Solidago canadensis* (Б)
на территории гравийного карьера Осочники-1

По берегам всех прудов имеются заросли *Typha latifolia* (фото 2). Плотность зарослей обусловлена техногенной нагрузкой: более широкая полоса *T. latifolia* отмечена в местах, где прекращена добыча гравия, происходит снижение техногенного воздействия, уменьшается степень нарушения берегов прудов.



Фото 2 – Заращение *Typha latifolia* гравийного карьера Осочники-1

На суше (береговая полоса 30 см по кромке воды), периодически подтопляемой, выявлено 17 видов растений. Доминирующими семействами являются Asteraceae (4 вида), Fabaceae (4 вида), Salicaceae (3 вида), Poaceae (2 вида), семейства Equisetaceae, Juncaceae, Lamiaceae и Polygonaceae представлены по 1 виду.

Во флористическом списке присутствуют два инвазивных вида растений – *Elodea canadensis* (которая распространена спорадически в двух озерах; водная полоса), также присутствуют локусы *Solidago canadensis*. За летний период наблюдений за карьером (2025 г.) нами отмечено увеличение численности *S. canadensis* (береговая полоса), семена которого, предположительно, занесены транспортными средствами (грузовым автотранспортом), дальнейшее распространение золотарника также продолжается через них.

Таким образом, на карьере Осочники-1 (Гродненский район) по водной полосе побережья выявлено 28 видов сосудистых растений и 1 вид харовых водорослей (доминирующие семейства – Asteraceae (4 вида), Salicaceae (3 вида), Poaceae (3 вида)). В береговой полосе (на суше) выявлено 17 видов сосудистых растений (доминирующие семейства – Asteraceae (4 вида), Fabaceae (4 вида), Salicaceae (3 вида)). Отмечено присутствие инвазивных видов растений: *E. canadensis* и *S. canadensis*.

Список использованной литературы

1. Даббаг, А. Экологическая характеристика растительности песчаных карьеров Подмосковья / А. Даббаг, А. Д. Жукова, Ю. В. Уланская // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2016. – № 3. – С. 26–34.

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

К содержанию

УДК 581.5

Т. А. СЕЛЕВИЧ

Беларусь, Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

ВИДЫ СЕМЕЙСТВА SALICACEAE MIRB. НА ТЕРРИТОРИИ ЗАРАСТАЮЩЕГО МЕЛОВОГО КАРЬЕРА В ОКРЕСТНОСТЯХ Г. ГРОДНО

Семейство Salicaceae Mirb. во флоре Беларуси представлено двумя родами: к роду *Salix* L. относятся 16 видов и к роду *Populus* L. – 3 вида [1].

Известно, что некоторые тополя и многие ивы заселяют нарушенные местообитания – обнаженные участки или места со слабо развитым растительным покровом [2]. Определенный интерес представляет исследование видового состава семейства на территории выработанного карьера, особенно мелового, так как естественных меловых обнажений в Беларуси, по-видимому, нет.

Карьер Меловые Горы находится в северо-западных окрестностях г. Гродно. Промышленное использование карьера было прекращено в 1957 г., некоторое время стихийной добычей мела занималось местное население, с начала 1990-х гг. карьер оказался полностью выработанным и заброшенным.

Карьер расположен среди сосняка мшистого примерно в 200 м на восток от правого берега р. Неман; вытянут в широтном направлении, длина составляет около 300 м, ширина примерно 100 м. С севера, юга и востока карьер имеет крутые склоны высотой 12–18 м, с западной стороны он открыт, а днище имеет небольшой уклон в сторону реки, поэтому грунтовые воды и атмосферные осадки в нем не накапливаются. В настоящее время днище и отчасти склоны карьера поросли травянистыми и древесно-кустарниковыми растениями с преобладанием разреженного жердняка *Betula pendula* Roth и подроста *Pinus sylvestris* L. разного возраста. Флористические исследования проводили в течение 2019–2025 гг. Семейство *Salicaceae* в карьере представлено шестью видами из рода *Salix* и тремя видами из рода *Populus*.

Наиболее обилен вид *S. caprea* L., который иногда образует несомкнутый древесный ярус отдельно или вместе с *P. sylvestris*. В местах более плотного произрастания березы *B. pendula* оказывается вместе с сосной как бы во втором ярусе. Многие деревья ивы козьей производят впечатление очень старых, так как их стволы и ветви в нижней и даже в средней части замшелые, покрыты листоватыми талломами (пятнами) лишайников, есть сухие ветви, весеннее цветение малозаметное. Можно обнаружить погибшие деревья.

Заметно меньшая встречаемость характерна для *S. myrsinifolia* Salisb. Ее кусты имеют разный возраст, вплоть до крупных и старых. Отличается как по форме, так и по размерам морфологическим разнообразием листьев. Примерно таковы же встречаемость и размеры кустов у *S. purpurea* L. Еще реже встречается *S. cinerea* L., кусты в основном меньших размеров, бывают с признаками старения и усыхания. Только в одном месте у подножья склона северной экспозиции в понижении в виде рва обнаружены два очень крупных, но старых куста *S. viminalis* L. Найден единичный экземпляр *S. pentandra* L. в виде тонкого деревца, возобновившегося от пенька.

Представители рода *Populus* в карьере нигде не образуют полога, встречаются разобщенно. *P. tremula* L. нечасто попадает в основном в виде молодых вытянутых довольно высоких деревьев с узкой кроной; в 1–2 местах осина представлена красивыми зрелыми деревьями со светлой корой, иногда встречается подрост. Редко можно встретить (в 5–6 местах) довольно возрастные высокие экземпляры *P. alba* L., обычно с двойными стволами, в нижней части замшелыми. Как правило, вблизи них находится немногочисленный подрост. Только в одном месте найдены два экземпляра *P. nigra* L., один из которых имеет сильно дугообразно искривленный ствол, второй – невысокий, с наклоненным стволом; оба экземпляра довольно старые, замшелые. Нигде не обнаружены более молодые деревья данного вида.

Анализ экологических особенностей выявленных видов с помощью экологических шкал Элленберга [3] показал (таблица), что почти все виды семейства являются факультативными гелиофитами.

Таблица – Принадлежность видов растений семейства Salicaceae, произрастающих на территории карьера Меловые Горы, к различным экоморфам по Элленбергу [3]

Вид	Гелиоморфа	Гидроморфа	Ацидоморфа	Трофоморфа
<i>S. caprea</i>	факультативный гелиофит	мезогигрофит	умеренный базофил	эутроф
<i>S. myrsinifolia</i>	факультативный гелиофит	гигрофит	базофил	мезотроф
<i>S. purpurea</i>	гелиофит	–*	базофил	–*
<i>S. cinerea</i>	факультативный гелиофит	геллофит	умеренный базофил	олиготроф
<i>S. viminalis</i>	факультативный гелиофит	гигрогеллофит	умеренный базофил	–*
<i>S. pentandra</i>	гелиофит	гигрогеллофит	нейтрофил	олиготроф
<i>P. tremula</i>	факультативный гелиофит	гигромезофит	–*	–*
<i>P. alba</i>	факультативный гелиофит	гигрофит	базофил	мезотроф
<i>P. nigra</i>	факультативный гелиофит	гигрогеллофит	умеренный базофил	эутроф

Примечание: –* – нет данных.

Все 9 видов предпочитают повышенную влажность почвы, но есть разные предпочтения: лишь несколько повышенная влажность необходима для *S. caprea* и *P. tremula*, весьма влаголюбивыми видами являются *S. viminalis*, *S. pentandra*, *P. nigra* и особенно *S. cinerea*. Почти все виды являются в большей или меньшей степени базофилами, за исключением

S. pentandra. Однако отношение видов к трофности почвенного субстрата весьма неоднозначно: если *S. caprea* и *P. nigra* – эутрофы, *S. myrsinifolia* и *P. alba* – мезотрофы, то *S. cinerea* и *S. pentandra* – даже олиготрофы.

Почву выработанного мелового карьера вряд ли можно считать богатой, поэтому *S. caprea*, которая, возможно, раньше всех других видов массово заселилась на территорию карьера, явно недополучает элементов минерального питания, отсюда раннее старение и снижение конкурентоспособности ее экземпляров. Все остальные виды семейства произрастают в карьере также не в самых оптимальных условиях. Особенно сильно за пределы оптимумов выходят условия питания и увлажнения для *P. nigra*, а также реакция почвенного раствора и уровень влаги для нейтрофила и гигрогелофита *S. pentandra*.

Таким образом, можно прогнозировать дальнейшее старение и сокращение популяции *S. caprea* и полное исчезновение *S. pentandra* и *P. nigra*. Кустарники также вряд ли будут долго удерживать территорию по мере перехода многочисленного подроста сосны в следующую возрастную стадию. Лучшие перспективы у деревьев *P. tremula* и отчасти у *P. alba*.

Список использованной литературы

1. Определитель высших растений Беларуси / под ред. В. И. Парфенова. – Мн. : Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.
2. Парфенов, В. И. Ивы (*Salix* L.) Белоруссии: Таксономия, фитоценология, ресурсы / В. И. Парфенов, И. Ф. Мазан. – Мн. : Наука и техника, 1986. – 167 с.
3. Ellenberg, H. Zeigerwerteder Gefasspflanzen Mitteleuropas / H. Ellenberg. – Gottingen, 1991. – 282 s.

К содержанию

УДК 635.127:631.95

В. А. СТЕПАНОВ

Россия, Москва, Федеральный научный центр овощеводства

РЕПА ЛИСТОВАЯ ДЛЯ САЛАТНЫХ ЛИНИЙ

Ассортимент овощных культур, используемых на территории Российской Федерации, насчитывает около 80 наименований, в то время как в мире он составляет более 150, а в Японии более 180. Поэтому поиск и создание нового исходного материала, новых форм листовых овощей, богатых витаминами и ферментами, является актуальным как для Российской Федерации, так и для Республики Беларусь.

Систематическое введение в рацион питания зеленых листовых культур способствует эффективному усвоению белков, жиров и углеводов, профилактике и лечению многих заболеваний. Особое место в этом плане принадлежит овощам, содержащим в большом количестве провитамин А (бета-каротин), который в организме человека превращается в ретинол (витамин А). Суточная потребность в нем составляет 800–1000 ретинол-эквивалентов. Овощи считаются богатыми каротином, если содержание его превышает 0,6 мг на 100 г сырого вещества. Потребление таких овощей снижает риск поражения организма человека инфекционными и онкологическими заболеваниями. Высоким содержанием бета-каротина отличаются листья дайкона и репы японского происхождения. Таким образом, расширение сортимента овощной продукции может идти за счет интродукции новых форм овощных культур. Примером тому является Япония. В среднем каждый японец потребляет 292,4 г овощей в сутки. Японскими учеными доказано, что регулярное потребление желто-зеленых овощей в два раза снижает риск онкологических заболеваний даже при систематическом курении, употреблении алкоголя, калорийной и жирной пищи [1].

Листовая репа-кабуна относится к группе зеленых культур с укороченным вегетационным периодом – 22–35 суток. В Японии создано богатейшее разнообразие форм листовой репы, а также их гибридов с китайской капустой и рапсом, относящихся к десяти разновидностям вида *Brassica rapa* L. Из них наибольшее распространение в японском овощеводстве получили сорта разновидностей комацуна (var. *Komatsuna Makino*) и куроно (form. *Kurona Makino*). В ФГБНУ «ФНЦО» на основе этого генетического материала выведены первые в России отечественные сорта листовой репы с неопушенными листьями для открытого и защищенного грунта – Сапфир, Селекта и Бирюза, зарегистрированные в Государственном реестре селекционных достижений Российской Федерации.

Сапфир. Сорт раннеспелый, вегетационный период 25–30 суток. Отличается прямостоячей листовой розеткой высотой 35 см с округло овальными листьями сине-зеленой окраски со слабоморщинистой поверхностью, без опушения и воскового налета. Выход товарной продукции в условиях теплицы составляет 3,0–3,6 кг/м², в открытом грунте – 3,2–4,0 кг/м². Рекомендуются для использования молодых побегов и листьев в салатах.

Бирюза. Раннеспелый сорт, вегетационный период – 21–34 суток. Сорт отличается вертикальной листовой розеткой высотой 15–28 см со светло-зелеными гладкими без опушения листьями. Ткань пластинки листа сочная, нежная. В листьях содержится 6,4 % сухого вещества, 33,4–56,4 мг % аскорбиновой кислоты, 4,6 мг/кг каротина. Устойчив

к преждевременному стеблеванию, пригоден для конвейерного производства. Урожайность в защищенном грунте 2,5–3,6 кг/м², открытом – 3,2–3,8 кг/м²; товарность – 90–92 %.

Селекта. Раннеспелый сорт, вегетационный период 25–36 суток. Сорт отличается полувертикальной листовой розеткой высотой 18–32 см с зелеными гладкими без опушения листьями. Ткань пластинки листа очень сочная, нежная, хрустящая. Вкус отличный. В листьях содержится 5,0 % сухого вещества, 38,4–58,3 мг % аскорбиновой кислоты, 4,5 мг/кг каротина. Устойчив к преждевременному стеблеванию, пригоден для конвейерного производства. Урожайность в защищенном грунте 3,4–4,1 кг/м², открытом 3,2–3,4 кг/м²; товарность – 95–98 %.

В настоящее время многие овощные зеленные культуры возделывают в защищенном грунте методом проточной гидропоники, который основан на принципе выращивания растений в питательном растворе с постоянной рециркуляцией раствора по желобам и трубам с заданными параметрами микроклимата в зависимости от требований культуры. Все процессы полностью автоматизированы, ручной труд сведен к минимуму. Полученная таким образом продукция зеленных культур может оставаться свежей в течение 10 суток. Спектр салатных культур, которые выращиваются на салатных комплексах, постоянно расширяется [2–4]. Опыт сотрудничества ФГНБУ «ФНЦО» с тепличными комбинатами показывает, что при выращивании листовых форм репы японской на салатных линиях достигается более высокое качество продукции.

Проведенное нами испытание репы листовой в салатных комплексах тепличных комбинатов в зимний период показало возможность получения витаминной салатной зелени для реализации в торговых сетях во внесезонный период. В данных условиях растения репы за 26 суток достигают массы от 88 до 182 г, в то время как у салата это происходит несколько дольше – за 32 суток. Наиболее быстрыми темпами роста отличаются сорта Селекта и Бирюза, масса растения которых превосходит массу растения сорта Сапфир в два раза.

Таблица – Биохимическая характеристика перспективных сортов репы листовой

Сорт	Условия выращивания	Сухое вещество, %	Витамин С, мг%	Нитраты, мг/кг	Хлорофилл, мг/кг	Каротин мг/кг
Бирюза	Традиционная	6,40	47,00	5625	1,21	5,3
	Проточная гидропоника	5,72	35,20	96	1,74	1,4
Селекта	Традиционная	5,70	48,60	4723	0,21	4,5
	Проточная гидропоника	5,47	36,10	74	1,55	1,1

Проведенная нами оценка биохимического состава салатной зелени показала, что в проточной культуре содержание сухого вещества, аскорбиновой кислоты и каротина несколько ниже, чем при выращивании ее по традиционной технологии, однако это не снижает ценности полученной продукции. В этих условиях увеличивается содержание хлорофилла в листьях, что, видимо, связано с иным спектральным составом искусственного освещения по сравнению с естественным. Салатная продукция, выращенная на салатных линиях, отличалась очень низким накоплением нитратов (таблица). Таким образом, в зимний период на салатных линиях получена экологически чистая (низкое накопление нитратов) салатная зелень листовой репы сортов Сапфир, Бирюза и Селекта, представляющая интерес для возделывания на нетрадиционных агротехнологиях.

Список использованной литературы

1. Бунин, М. С. Новые овощные культуры России / М. С. Бунин. – М. : Росинформагротех, 2002. – 408 с.
2. Выращивание зеленных культур в проточной культуре конвейерным способом / Е. Г. Сидоров, Г. Д. Сорокина, А. А. Контисhev, М. М. Циунель // Гавриш. – 2000. – № 2. – С. 7–9.
3. Лесин, С. А. Салат на линии проточной гидропоники / С. А. Лесин // Картофель и овощи. – 2007. – № 5. – С. 22.
4. Гладков, Д. С. Селекция салата (*Lactuca sativa*) для проточной культуры / Д. С. Гладков // Гавриш. – 2009. – № 1. – С. 2–3.

К содержанию

УДК 581.526.35

В. С. ТАЛЕРЧИК, И. С. ЖЕБРАК

Беларусь, Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

МИКОТРОФНОСТЬ *VACCINIUM ULIGINOSUM* L. БОЛОТНЫХ СОСНЯКОВ

Растения семейства *Ericaceae* (порядок *Ericales*) произрастают в основном на бедных элементами минерального питания почвах [1]. Жизнь на бедных почвах поспособствовала возникновению у вересковых ряда приспособлений, важнейшим из которых является симбиоз с грибами в виде микоризы [2]. Эрикоидная микориза представлена клубками недифференцированных гиф в клетках растения-хозяина и образуется только в очень тонких «волосовидных» корнях [3].

Цель работы – изучить микотрофность *Vaccinium uliginosum* L. болотных сосняков.

Исследования проводили на территории Республиканского ландшафтного заказника «Озеры» (Гродненский и Щучинский районы Гродненской области), в окрестностях д. Рыбница на Чертовом болоте. Корни голубики обыкновенной (*Vaccinium uliginosum*) выкапывали на верховом болоте на пяти пробных площадях (ПП): L4 (сосняк багульниково-клюквенно-сфагновый), L5 (сосняк березово-чернично-сфагново-мшистый), L6 (сосняк елово-чернично-сфагново-мшистый), L7 (сосняк березово-голубично-чернично-мшистый) и ПП L14 (сосняк березово-багульниково-чернично-сфагново-мшистый). Корни фиксировали, затем проводили их мацерацию, окрашивали анилиновым синим и готовили 25 препаратов из корней 125 растений. На одно предметное стекло помещали 15 фрагментов корней (1 см). Методом И. А. Селиванова определяли микотрофность (частота встречаемости эрикоидных грибов (F, %); интенсивность микоризации (C, %)) голубики обыкновенной [4]. Проведен корреляционный (R_s – коэффициент корреляции Спирмена; t_r – коэффициент криволинейности) анализ зависимости микотрофности голубики обыкновенной от гидрохимических показателей воды на болоте, густоты насаждения древостоя (плотность, сквозистость) и зависимости урожайности исследуемого растения от частоты встречаемости эрикоидных грибов на его корнях и интенсивности их микоризации. Для определения факторов, влияющих на микотрофность голубики обыкновенной, воспользовались данными, полученными ранее О. В. Созиновым, О. С. Рымшой и Е. А. Беловой [5; 6].

Исследовали самые тонкие («волосовидные») корни голубики обыкновенной. Во всех образцах *Vaccinium uliginosum* выявлены эрикоидные микоризные грибы, которые локализовались в клетках эпидермиса в виде клубков недифференцированных гиф, прокрашенных анилиновым синим. Кроме внутриклеточного мицелия был выявлен и наружный мицелий.

На пяти пробных площадях частота встречаемости эрикоидных грибов в корнях голубики варьировалась в пределах от 84 до 98 %, интенсивность микоризации составляла 45–59 %. Самые низкие показатели микотрофности *Vaccinium uliginosum* наблюдали на ПП L6 (сосняк елово-чернично-сфагново-мшистый). В остальных четырех фитоценозах – L4 (сосняк багульниково-клюквенно-сфагновый), L5 (сосняк березово-чернично-сфагново-мшистый), L7 (сосняк березово-голубично-чернично-мшистый) и ПП L14 (сосняк березово-багульниково-чернично-сфагново-мшистый) – частота встречаемости была выше 90 %, интенсивность микоризации больше 50 % (рисунок). Однако различие между микотрофностью *Vaccinium uliginosum* во всех исследуемых фитоценозах была статистически недостоверной.

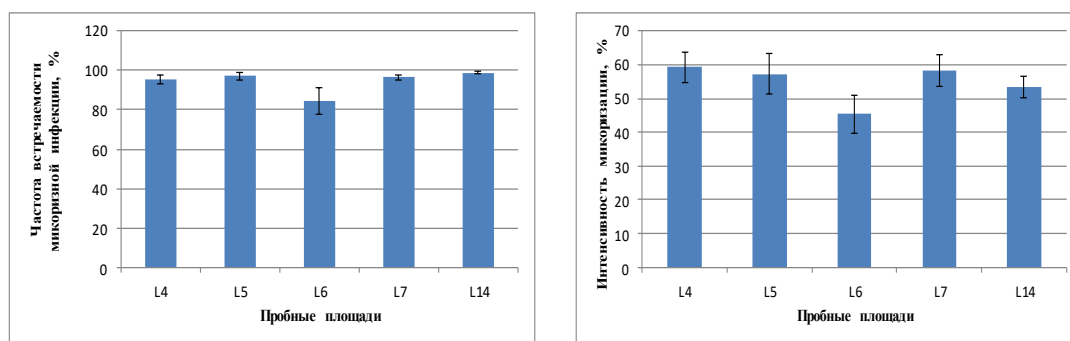


Рисунок – Средняя частота встречаемости (F, %) эрикоидных микоризных грибов и интенсивность микоризации (C, %) в корнях *Vaccinium uliginosum* на пяти пробных площадях различных болотных фитоценозов

Результаты корреляционного анализа показали слабую прямолинейную зависимость интенсивности микоризации (C, %) и частоты встречаемости микоризных грибов (F, %) от минерализации болотной воды ($R_s(C) = 0,25$; $R_s(F) = 0,25$; $p > 0,05$), сквозистости древостоя ($R_s(C) = 0,39$), урожайности голубики ($R_s(C) = 0,26$; $p > 0,05$). Установили слабую обратную прямолинейную корреляцию между частотой встречаемости микоризы и жесткостью болотной воды ($R_s(F) = -0,20$; $p > 0,05$). Влияние остальных факторов на микотрофность голубики обыкновенной было очень слабым (рН воды ($R_s(C) = 0,18$; $R_s(F) = -0,18$; $p > 0,05$); цветность ($R_s(C) = -0,18$; $R_s(F) = 0,18$; $p > 0,05$); плотность насаждения древостоя ($R_s(F) = 0,17$; $p > 0,05$)).

Таким образом, во всех исследуемых болотных фитоценозах выявлена высокая степень микотрофности *Vaccinium uliginosum*, которая зависит от рН, минерализации, жесткости, цветности воды, сквозистости и плотности насаждения древостоя.

Список использованной литературы

1. Дьяков, Ю. Т. Микология сегодня : в 2 т. / Ю. Т. Дьяков ; под ред. Ю. В. Сергеева. – М. : Нац. акад. микологии, 2007. – Т. 1. – 376 с.
2. Смит, С. Э. Микоризный симбиоз / С. Э. Смит, Д. Дж. Рид. – М. : Т-во науч. изд. КМК, 2012. – 776 с.
3. Булавко, Г. И. Развитие микоризы на корнях представителей рода *Vaccinium* при культивировании на выработанных торфяниках / Г. И. Булавко, А. П. Яковлев // Вестник Нижегородского университета имени Л. И. Лобачевского. – 2014. – № 3. – С. 35–38.
4. Бетехина, А. А. Микротехнические исследования на базе современного оборудования : рук. к практ. занятиям / А. А. Бетехина, И. А. Уткина. – Екатеринбург : Урал. гос. ун-т им. А. М. Горького, 2008. – 110 с.

5. Рымша, О. С. Видовое разнообразие лесных болотных биотопов (болото Чертово, заказник «Озеры», Беларусь) / О. В. Созинов, О. С. Рымша // Современные концепции и практические методы сохранения фиторазнообразия : материалы Междунар. науч.-практ. семинара, Минск – Гродно, 1–4 окт. 2019 г. / НАН Беларуси, ЦБС, ГрГУ ; редкол.: В. В. Титок [и др.]. – Мн. : Колорград, 2019. – С. 121–126.

6. Белова, Е. А. Гидрохимическая характеристика воды верхового болота в условиях ландшафтного заказника «Озеры» / Е. А. Белова, М. А. Матюх, О. В. Созинов // Экологические проблемы природных и урбанизированных территорий : материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф., Астрахань, 21–22 мая 2015 г. / Астрахан. гос. ун-т ; редкол.: А. Н. Брамин (гл. ред.) [и др.]. – Астрахань, 2015. – С. 6–8.

К содержанию

УДК 582.281

**А. К. ХРАМЦОВ, А. Ю. ПЕРЕДЕРИЙ, Ж. Я. РЕПЕТУЕВА,
А. А. САПСАЛЕВА**

Беларусь, Минск, БГУ

ФИТОПАТОГЕННЫЕ МИКРОМИЦЕТЫ НА ТЕРРИТОРИИ Г. МОГИЛЕВА

Микроскопические грибы и грибоподобные организмы, поражающие дикорастущие и культивируемые растения на урбанизированных территориях Беларуси, издавна привлекали к себе внимание микологов и фитопатологов, однако до настоящего времени их таксономическое разнообразие в урбоэкосистемах, количество которых постоянно увеличивается, изучено лишь частично. Так, на территории г. Могилева исследования таксономического состава и трофических связей фитопатогенных микромицетов проводились крайне эпизодически.

Одной из первых работ по фитопатогенным микромицетам г. Могилева является публикация С. М. Тупеневича 1932 г., в которой указывается четыре вида микроскопических грибов [1]. В монографии И. С. Гириловича, посвященной мучнисто-росяным грибам Беларуси, на территории г. Могилева отмечаются микромицеты 19 видов [2]. В микологической коллекции гербария БГУ (*MSKU-F*) хранятся 32 гербарных образца 26 видов микроскопических возбудителей микозов растений, собранных на территории г. Могилева (материал собирали И. С. Гирилович, Ж. Я. Репетуева, П. В. Слепченко).

В данной публикации представлен перечень фитопатогенных микроскопических грибов и грибоподобных организмов, выявленных в результате обработки материала, собранного в 2019–2025 гг. в Могилеве и хранящегося на кафедре ботаники БГУ (материал собирали А. Ю. Передерий, В. В. Лабковская, Ж. Я. Репетуева, А. А. Сапсалева, А. К. Храпцов). Территория, охваченная исследованиями, расположена в пределах геоботанической подзоны дубово-темнохвойных лесов Оршанско-Могилевского геоботанического округа, Оршанско-Приднепровского геоботанического района Беларуси [3]. В работе использованы маршрутный, а также лабораторный методы микологических и фитопатологических исследований.

Ниже приводятся 102 вида фитопатогенных микромицетов, которые обнаружены нами на дикорастущих и культивируемых растениях в результате проведенных исследований. Патогены принадлежат к четырем отделам: Oomycota (1 вид, 1,0 %), Ascomycota (43 вида, 42,2 %), Basidiomycota (18 видов, 17,6 %) и Deuteromycota (40 видов, 39,2 %).

ООМЫСОТА: *Albugo candida* на *Capsella bursa-pastoris*.
 ASCОМЫСОТА: *Blumeria graminis* на *Apera spica-venti*; *Erysiphe adunca* на *Populus tremula*; *E. alphitoides* на *Quercus robur*; *E. aquilegiae* на *Aquilegia vulgaris*; *E. berberidis* на *Berberis vulgaris*; *E. convolvul* на *Convolvulus arvensis*; *E. divaricata* на *Frangula alnus*; *E. flexuosa* на *Aesculus hippocastanum*; *E. fraxinicola* на *Fraxinus excelsior*; *E. heraclei* на *Angelica sylvestris*, *Chaerophyllum aromaticum*, *Peucedanum oreoselinum*; *E. intermedia* на *Lupinus polyphyllus*; *E. macleayae* на *Chelidonium majus*; *E. pisi* на *Medicago* sp.; *E. polygoni* на *Polygonum aviculare*, *Rumex crispus*; *E. sedi* на *Hylotelephium* sp., *H. × mottramianum*; *E. syringae-japonicae* на *Syringa vulgaris*; *E. trifoliorum* на *Trifolium alpestre*, *T. pratense*, *Melilotus officinalis*, *M. albus*; *E. urticae* на *Urtica dioica*; *E. vanbruntiana* на *Sambucus racemosa*; *E. cruciferarum* на *Brassica napus*; *E. euonymi* на *Euonymus* sp.; *Golovinomyces ambrosiae* на *Helianthus tuberosus*; *G. asterum* на *Aster* sp. (*Symphyotrichum* sp.), *Solidago canadensis*; *G. cichoracearum* на *Lactuca tatarica*; *G. cucurbitacearum* на *Cucumis sativus*; *G. cynoglossi* на *Echium vulgare*, *Symphytum caucasicum*, *S. asperum*; *G. depressus* на *Arctium tomentosum*, *Centaurea montana*; *G. macrocarpus* на *Tanacetum vulgare*; *G. magnicellulatus* на *Phlox paniculata*; *G. sonchicola* на *Sonchus asper*, *S. arvensis*; *G. sordidus* на *Plantago major*; *Neoërysiphe galeopsidis* на *Stachys sylvatica*; *Podospaera amelanchieris* на *Amelanchier × spicata*; *P. aphanis* на *Geum urbanum*; *P. erigerontis-canadensis* на *Erigeron canadensis*, *Taraxacum* sect. *Taraxacum*; *P. fuliginea* на *Veronica chamaedry*; *P. myrtillina* на *Vaccinium myrtillus*; *P. pannosa* на *Rosa* sp.; *P. fusca* на *Calendula officinalis*, *Rhytisma acerinum* на *Acer platanoides*; *Rh. salicinum* на *Salix caprea*; *Sawadaea bicornis* на *Acer negundo*; *S. tulasnei* на *A. platanoides*, *A. tataricum* subsp. *ginnala*.

BASIDIOMYCOTA: *Coleosporium campanulae* на *Campanula latifolia*, *C. rapunculoides*; *C. tussilaginis* на *Tussilago farfara*; *Gymnosporangium cornutum* на *Sorbus aucuparia*; *G. sabinae* на *Pyrus communis*; *Melampsora caprearum* на *Salix caprea*; *M. populnea* на *Populus balsamifera*, *P. tremula*, *M. salicina* на *Salix triandra*, *S. × fragilis*; *Phragmidium rubi-idaei* на *Rubus idaeus*; *Puccinia asarina* на *Asarum europaeum*; *P. convolvuli* на *Calystegia sepium*; *P. coronata* на *Frangula alnus*; *P. helianthi-mollis* на *Helianthus annuus*; *P. malvacearum* на *Alcea rosea*; *P. pelargonii-zonalis* на *Pelargonium × hybridum*; *P. phragmitis* на *Phragmites australis*; *P. hieraci* на *Taraxacum* sect. *Taraxacum*; *Thekopsora areolata* на *Prunus padus*; *Tranzschelia pruni-spinosae* на *Prunus domestica*. DEUTEROMYCOTA: *Ascochyta zinniae* на *Zinnia elegans*; *Cercospora chrysanthemi* на *Chrysanthemum indicum*; *C. meliloti* на *Melilotus albus*; *C. microsora* на *Tilia cordata*; *C. salicina* на *Salix triandra*; *Stigmina carpophila* на *Prunus domestica*, *P. cerasus*; *Colletotrichum trichellum* на *Hedera helix*; *Coryneum confusum* на *Rosa* sp.; *C. foliicola* на *Amelanchier × spicata*; *C. sorbi* на *Sorbus aucuparia*; *Cylindrosporium betulae* на *Betula pendula*; *C. maculans* на *Morus alba*; *C. ulmi* на *Ulmus laevis*; *Fusicladium dendriticum* на *Malus domestica*; *F. radiosum* на *Populus tremula*, *P. simonii*; *Gloeosporium coryli* на *Corylus avellana*; *G. tremulae* на *Populus tremula*; *Marssonina rosae* на *Rosa* sp.; *M. kriegeria* на *Salix triandra*; *Monilia fructigena* на *Pyrus communis*; *Phomopsis corni* на *Cornus alba*; *Phyllosticta briardi* на *Malus domestica*; *Ph. acerina* на *Acer tataricum* subsp. *ginnala*; *Ph. cotoneastri* на *Cotoneaster acutifolius*; *Ph. fraxinicola* на *Fraxinus excelsior*; *Ph. michailovskoensis* на *Crataegus* sp.; *Ph. negundinis* на *Acer negundo*; *Ph. paviae* на *Aesculus hippocastanum*; *Ph. prunicola* на *Prunus domestica*; *Phyllosticta* sp. на *Gnaphalium uliginosum*; *Ramularia pratensis* на *Rumex* sp., *R. crispus*, *R. obtusifolius* subsp. *sylvestris*; *R. primulae* на *Primula veris*; *R. taraxaci* на *Taraxacum* sect. *Taraxacum*; *Seimatosporium lonicerae* и *Septoria* sp. на *Physocarpus opulifolius*; *S. aegopodii* на *Aegopodium podagraria*; *S. sedi* на *Hylotelephium* sp.; *Sphaceloma symphoricarpi* на *Symphoricarpos albus*; *Stigmina carpophila* на *Prunus cerasus*; *Thyrostroma compactum* на *Tilia cordata*.

Полученные нами данные могут быть учтены при инвентаризации микобиоты Беларуси, ведении многолетнего мониторинга разнообразия фитопатогенной микобиоты в г. Могилеве, разработке мероприятий по защите культурных растений от микозов, подборе перечня растений для озеленения г. Могилева, прогнозировании расширения у патогенов круга питающих растений и распространения указанных микромицетов на другие территории со сходными условиями.

Авторы выражают благодарность кандидату биологических наук В. Н. Тихомирову за помощь при определении растений, на которых развивались выявленные патогены.

Работа выполнена в рамках НИР «Инвазивные фитопатогенные грибы, грибоподобные организмы и беспозвоночные животные на культивируемых и близкородственных дикорастущих растениях: статус в сообществах, распространение, диагностика» (№ ГР 20211704).

Список использованной литературы

1. Тупяневіч, С. М. Грыбныя паразыты БССР, сабраныя ў 1930 і 1931 г. / С. М. Тупяневіч // Зборнік прац. Ч. 2 / Бел. акад. навук, Ін-т біял. навук. – Мн., 1932. – С. 79–95.
2. Гирилович, И. С. Мучнисто-росяные грибы (порядок Erysiphales) Беларуси / И. С. Гирилович. – Мн. : БГУ, 2018. – 279 с.
3. Растительный покров Белоруссии (с картой М. 1:1000000) / АН БССР ; ред. И. Д. Юркевич, В. С. Гельтман. – Мн. : Наука и техника, 1969. – 176 с.

К содержанию

УДК 582.281

**А. К. ХРАМЦОВ, В. Д. ПОЛИКСЕНОВА, И. А. ФЕДЮШКО,
С. Г. СИДОРОВА, М. А. СТАДНИЧЕНКО**
Беларусь, Минск, БГУ

ЧУЖЕРОДНЫЕ ДЛЯ БЕЛАРУСИ ФИТОПАТОГЕННЫЕ МИКРОМИЦЕТЫ, ЗАРЕГИСТРИРОВАННЫЕ В АНАМОРФЕ (ПО МАТЕРИАЛАМ ГЕРБАРИЯ БГУ)

Фитопатогенные микромицеты, развивающиеся преимущественно в анаморфе, по причине гетерокариоза и парасексуального процесса являются крайне эволюционно пластичными, чем представляют особую опасность за пределами их естественного ареала, поражая дикорастущие и культивируемые растения часто с возникновением эпифитотий.

Цель нашей работы – скрининг на чужеродность для Беларуси фитопатогенных микромицетов, выявленных в бесполом состоянии (анаморфе), образцы которых хранятся в микологической коллекции Гербария БГУ (MSKU-F). Исследования проведены в 2021–2025 гг. с использованием сравнительно-аналитического метода, учитывая опубликованные данные [1–3].

В результате работы нами отмечены анаморфы 153 видов чужеродных для Беларуси фитопатогенных микромицетов: *Alternaria brassicicola* на *Raphanus raphanistrum* subsp. *sativus*, × *Brassarda juncea* и *Brassica napus*; *A. calendulae* на *Calendula officinalis*; *A. consortialis* на *Cucumis sativus*; *A. crassa* на *Datura stramonium*, *D. innoxia*; *A. cucumerina* на *Cucumis sativus*; *A. dauci* на *Daucus carota* subsp. *sativus*; *A. helianthificiens* на *Helianthus annuus*; *A. japonica* на *Brassica napus*; *A. linariae* на *Solanum lycopersicum*; *A. malvae* на *Malva* sp.; *A. nobilis* на *Dianthus barbatus*; *A. panax* на *Panax ginseng*; *A. petroselini* на *Petroselinum crispum*; *A. rudbeckia* на *Rudbeckia* sp.; *A. saponariae* на *Saponaria officinalis*; *A. solani* на *Solanum tuberosum*, *S. retroflexum*; *A. zinniae* на *Zinnia elegans*; *A. brassicae* на *Brassica oleracea*, *A Armoracia rusticana*, *Raphanus raphanistrum* subsp. *sativus*; *Alternariaster helianthi* на *Helianthus annuus*; *Ascochyta amelanchieris* на *Amelanchier ovalis*; *Ascochyta buxina* на *Buxus sempervirens*; *A. caraganae* на *Caragana arborescens*; *A. fagopyri* на *Fagopyrum tataricum*; *A. hyoscyami* на *Hyoscyamus niger*; *A. philadelphi* на *Philadelphus coronarius*; *A. syringae* на *Syringa vulgaris*; *A. tenerrima* на *Philadelphus* sp.; *A. rusticana* на *A Armoracia rusticana*; *Asteromella saponariae* на *Saponaria officinalis*; *Boeremia exigua* на *Hydrangea arborescens*; *Botrytis elliptica* на *Lilium candidum*; *B. fabae* на *Vicia faba*; *B. gladiolorum* на *Gladiolus communis*; *B. paeoniae* на *Paeonia* sp., *Paeonia* × *suffruticosa*; *B. tulipae* на *Tulipa* sp.; *Cercospora althaeina* на *Alcea rosea*; *C. armoraciae* на *A Armoracia rusticana*; *C. beticola* на *Beta vulgaris*; *C. cruenta* на *Glycine hispida*; *C. leonuri* на *Leonurus quinquelobatus*; *C. ligustri* на *Ligustrum vulgare*; *C. meliloti* на *Melilotus officinalis*; *C. tagetes-erectae* на *Tagetes erecta*; *C. zinniae* на *Zinnia elegans*; *C. chrysanthemi* на *Chrysanthemum indicum*; *Cladosporium syringae* на *Syringa vulgaris*; *C. cucumerinum* на *Cucumis sativus*; *Colletotrichum acutatum* на *Fragaria* × *ananassa*; *C. coccodes* на *Solanum lycopersicum*; *C. lindemuthianum* на *Phaseolus vulgaris*; *Didymella pinodella* на *Glycine hispida*; *Exserohilum turcicum* на *Zea mays*; *Filiella pastinacae* на *Pastinaca sativa*; *Fulvia fulva* на *Solanum lycopersicum*; *Fusoidiella anethi* на *Anethum graveolens*; *F. depressa* на *Petroselinum crispum*, *Anethum graveolens*; *Gloeosporium orbiculare* на *Cucumis sativus*; *Mycosphaerella ribis* на *Ribes nigrum*, *R. rubrum*, *R. uva-crispa*; *Myriellina cydoniae* на *Cydonia oblonga*; *Neocercospora carotae* на *Daucus carota* subsp. *sativus*; *Neophloeospora maculans* на *Morus alba*; *Ophiognomonia leptostyla* на *Juglans mandshurica*, *J. regia*; *Parastagonospora nodorum* на *Triticum aestivum*; *Phomopsis juglandina* на *Juglans regia*; *Phyllosticta aspidistrae* на *Hosta sieboldiana*; *Ph. atropae* на *Atropa belladonna*; *Ph. caraganae* на *Caragana arborescens*; *Ph. cotoneastri* на *Cotoneaster acutifolius*; *Ph. decussatae* на *Phlox paniculata*; *Ph. gallarum* на

Caragana frutex; *Ph. humuli* на *Humulus lupulus*; *Ph. innumerabilis* на *Amelanchier* × *spicata*; *Ph. negundinis* на *Acer negundo*; *Ph. paeoniae* на *Paeonia* sp., *P. brownii*; *Ph. paviae* на *Aesculus hippocastanum*; *Ph. pharbitis* на *Ipomoea purpurea*; *Ph. physaleos* на *Alkekengi officinarum*; *Ph. ricini* на *Ricinus communis*; *Ph. salisburyae* на *Ginkgo biloba*; *Ph. sambucicola* на *Sambucus racemosa*; *Ph. phaseolina* на *Phaseolus vulgaris*; *Phyllosticta* sp. 1. на *Hydrangea arborescens*; *Phyllosticta* sp. 2. на *Buxus sempervirens*; *Ph. spiraeae-salicifoliae* и *Ph. spiraeina* на *Spiraea* sp.; *Ph. syringophila* на *Syringa vulgaris*; *Ph. tabaci* на *Nicotiana* sp.; *Ph. viticola* на *Vitis vinifera*; *Ph. zinniae* на *Zinnia elegans*; *Pleiochaeta setosa* на *Lupinus polyphyllus*, *L. luteus*; *Pseudocercospora depazeoides* на *Sambucus racemosa*, *S. nigra*; *Ramularia anchusae* на *Anchusa officinalis*; *R. archangelicae* на *Angelica archangelica*; *R. armoraciae* на *Armoracia rusticana*; *R. aromatica* на *Acorus calamus*; *R. betae* на *Beta vulgaris*; *R. chelidonii* на *Chelidonium majus*; *R. cichorii* на *Cichorium intybus*; *R. convolvuli* на *Convolvulus arvensis*; *R. coriandri* на *Coriandrum sativum*; *R. heraclei* на *Levisticum officinale*; *R. lapsanae* на *Lapsana communis*; *R. ligustrina* на *Ligustrum vulgare*; *R. paeoniae* на *Paeonia* sp.; *R. petunia* на *Petunia* × *atkinsiana*; *R. spiraeae* на *Spiraea* sp. и *S. japonica*; *R. rhei* на *Rheum palmatum*; *Septomyxa negundinis* на *Acer negundo*; *Septoria alliariae* на *Alliaria petiolata*; *S. Ampelina* на *Vitis vinifera*, *V. amurensis*, *V. vulpina*; *S. astericola* на *Callistephus chinensis*, *Symphotrichum novi-belgii*; *Septoria betae* на *Beta vulgaris*; *S. callistephi* на *Callistephus chinensis*; *S. calystegiae* на *Calystegia sepium*, *Convolvulus arvensis*; *S. cari* на *Carum carvi*; *S. cercosporoides* на *Chrysanthemum* sp., *Leucanthemum* sp.; *S. chelidonii* на *Chelidonium majus*; *S. coniicola* на *Conium maculatum*; *S. convolvuli* на *Calystegia sepium*, *Convolvulus arvensis*; *S. cucurbitacearum* на *Cucurbita pepo* L.; *S. cyani* на *Centaurea cyanus*, *C. diffusa*, *C. pseudomaculosa*; *S. endiviae* на *Cichorium intybus*; *S. erigerontis* Peck на *Erigeron annuus*, *E. strigosus*; *S. erysimi* на *Erysimum virgatum*; *S. gaurina* на *Oenothera biennis*; *S. helianthi* на *Helianthus annuus*; *S. heterochroa* на *Malva pusilla*, *M. neglecta*; *S. hippocastani* на *Aesculus hippocastanum*; *S. kaznowskii* на *Lupinus polyphyllus*; *S. leucanthemi* на *Leucanthemum maximum*; *S. levistici* на *Levisticum officinale*; *S. longispora* на *Convolvulus arvensis*; *S. lupulina* на *Humulus lupulus*; *S. lycopersici* на *Solanum lycopersicum*; *Septoria magnusiana* на *Spiraea* sp.; *Septoria matricariae* на *Matricaria discoidea*; *S. oenotherae* на *Oenothera biennis*; *S. parasitica* на *Malva excisa*; *S. petroselini* на *Petroselinum crispum*; *S. phlogis* на *Phlox* sp., *Ph. paniculata*; *S. pyricola* на *Pyrus communis*; *S. sedi* на *Hylotelephium spectabile*, *H. × mottramianum*, *Phedimus spurius*; *S. seminalis* на *Acer negundo*; *S. sisymbrii* на *Sisymbrium loeselii*; *Septoria sleumeri* на *Lactuca serriola*; *S. syringae* на *Syringa vulgaris*;

S. xanthii на *Xanthium strumarium*; *Sphaceloma symphoricarpi* на *Symphoricarpos albus*; *Sphaerulina frondicola* на *Populus × berolinensis*, *P. × rasumowskiana*, *P. balsamifera*, *P. × canescens*, *P. × petrowskiana*, *P. suaveolens*; *S. socia* на *Leucanthemum maximum*; *Stagonosporopsis cucurbitacearum* на *Cucumis sativus*; *Sultanimyces vitiphyllus* на *Vitis vinifera*; *Zymoseptoria tritici* на *Poa angustifolia*.

Работа выполнена в рамках НИР «Инвазивные фитопатогенные грибы, грибоподобные организмы и беспозвоночные животные на культивируемых и близкородственных дикорастущих растениях: статус в сообществах, распространение, диагностика» (№ ГР 20211704).

Список использованной литературы

1. Поликсенова, В. Д. Чужеродные фитопатогенные микромицеты Беларуси / В. Д. Поликсенова, А. К. Храмцов // Вестник Белорусского государственного университета. Серия 2, Химия. Биология. География. – 2015. – № 3. – С. 43–48.

2. Федюшко, И. А. Фитопатогенные пикнидиальные септориоподобные микромицеты Беларуси: таксономическое разнообразие, субстратные комплексы и статус в микобиоте / И. А. Федюшко // Ботаника (исследования) / НАН Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники НАН Беларуси, Ботан. о-во. – Мн., 2025. – Вып. 55. – С. 190–204.

3. Черная книга флоры Беларуси: чужеродные вредоносные растения / Д. В. Дубовик, С. А. Дмитриева, Н. А. Ламан [и др.] ; под общ. ред. В. И. Парфенова, А. В. Пугачевского ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича. – Мн. : Бел. наука, 2020. – 407 с.

К содержанию

УДК 582.652.4(476)

И. И. ШИМКО¹, Л. М. МЕРЖВИНСКИЙ², С. И. СТРИЖОНОК¹

¹Беларусь, Витебск, ВГАВМ

²Беларусь, Витебск, ВГУ имени П. М. Машерова

ХАРАКТЕР РАСПРОСТРАНЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ЗАНОСНЫХ ВИДОВ РОДА *RANUNCULUS* L. В ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ, СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИХ ПОПУЛЯЦИЙ

Ranunculus nemorivagus Jord. (Лютик рощевый) относится к секции *Acris Shur.* Распространен этот вид на юге Скандинавии, в Атлантической и Средней Европе, Средиземноморье. Для стран Восточной Европы он

указывается как заносный вид в Российской Федерации (Ладожско-Ильменский район, г. Москва), на Украине (окрестности г. Харькова). Для территорий стран Прибалтики и отдельных районов Украины, вероятно, неверно указаны многие его местонахождения под названием *R. stevenii* Andrz [1], а для польской части Беловежской пуши под этим видом указан *R. stevenii* Andrz. и *R. acris subsp. strigulosus auct. nom.* (Schur) Hyl.

Впервые на территории Беларуси лютик роцевый был собран в 1981 г. В настоящее время этот вид выявлен во всех областях страны. Он встречается довольно редко в парках, на полянах и лугах. Является заносным видом, который попал в парки из стран Центральной и Западной Европы с парковыми травосмесями и посадочным материалом [2].

Цель наших исследований – дополнить сведения о характере распространения некоторых заносных видов рода *Ranunculus* L. на территории Витебской области; определить современное состояние их популяций.

Изучение популяций в природных условиях и обработка гербарного материала выполнены нами с использованием стандартных методик. Информацию по *R. montanus* Willd. и *R. arvensis* L. приводим в сокращенном варианте, так как более детальная информация была приведена в ранее изданных материалах [3; 4].

На территории Витебской области *R. nemorivagus* впервые собран студентами ВГПИ (сейчас ВГУ имени П. М. Машерова) в 1981 г. в окрестностях д. Полтево Шумилинского района. Гербарные сборы изначально были неверно определены. По этим причинам он не был включен в «Определитель высших растений Беларуси» (1999).

В настоящее время лютик роцевый характерен для Витебского, Лепельского, Оршанского, Поставского, Шумилинского районов Витебской области [2].

Ranunculus nemorivagus собран нами в следующих местонахождениях.

1. Город Витебск. Произрастает около ветеринарной академии, на умеренно увлажненном склоне холма к низинному болотцу; встречается часто, местами образует заросли; 22/05/1996; № 1700; Ш. И. (здесь и далее означает И. И. Шимко). Данная территория относилась в первой половине прошлого столетия к территории ботанического сада, и он сохранился здесь с тех времен. В данном местонахождении популяция наблюдается нами около 30 лет. Отмечена тенденция к увеличению численности особей и занимаемой площади. В настоящее время ее площадь составляет около 0,5 га. Этот вид устойчив к умеренному сенокосению (два раза за сезон) и выпасу.

Здесь встречаются растения с промежуточными признаками, вероятно, гибридного происхождения между *R. acris* и *R. Nemorivagus*, собранные нами в гербарий.

2. Витебский район, участок ж. д. о. п. Гришаны – ст. Витебск (ветка вдоль ул. Карла Маркса); по обочине ж.-д. полотна; встречался единично; 30/08/1999; № 4001; Ш. И.; таксономический статус требует уточнения; повторные наблюдения не проводились.

3. Окрестности г. Витебска (от городского микрорайона Тирасполь около 1 км в направлении ж.-д. о. п. Лужесно); произрастает на склонах ж.-д. полотна; встречается изредка; Ш. И.; 15/07/2003; № 5988. В настоящее время популяция почти уничтожена в результате применения гербицидов общего действия. Сохранились единичные растения вне их влияния.

4. Шумилинский район, д. Полтево, вблизи бывшей школы (2020 г.; Ш. И.; Л. М. Мержвинский). Тенденцию динамики популяций провести не представляется возможным, так как в этикетке прежних сборов не указаны «встречаемость» и «численность».

R. nemorivagus и *R. acris* внешне весьма похожи, однако имеют и морфологические отличительные особенности. У лютика едкого корневища очень короткие, а у лютика рощевого они удлиненные, явно выраженные. У растений лютика рощевого в первые годы жизни корневища могут быть недостаточно сформированы и образуются в более поздние фазы онтогенетического развития.

Важнейшим диагностическим признаком является изрезанность листовых пластинок. У лютика рощевого они пальчато-раздельные с широкими долями, напоминающие внешне листовые пластинки некоторых видов рода гераниевых. У лютика едкого пластинки пальчато-рассеченные, с узкими сегментами. Растения лютика едкого после скашивания или во вторую фазу вегетации могут иметь листья, напоминающие по изрезанности пластинки лютика рощевого. Для разграничения этих видов в гербарий следует собирать образцы в первую фазу цветения.

Ranunculus montanus Willd. (лютик горный) впервые собран в 1999 г. в Глубокском районе, на участке ж. д. ст. Боровое – ст. Зябки; вблизи ЮЮВ побережья оз. Свядово; встречался изредка; Ш. И.; 15/05/1999; № 395 [2]. Это единственное в Беларуси известное местонахождение вида в естественных сообществах. Он внесен в список видов, требующих профилактической охраны.

В Беларуси в настоящее время отмечены единичные растения. В результате проведения технических работ (разрушения напочвенного покрова) в полосе отчуждения железной дороги остались лишь единичные растения. Произошла резкая смена растительности от низкотравной до высокотравной с доминированием купыря лесного. Лютик горный в ближайшем будущем может выпасть из данного сообщества.

Ranunculu arvensis L. (лютик полевой) указывается для г. Полоцка, как адвентивный вид [2]. Нами собран на территории ботанического сада ВГУ как сорное или дичающее растение.

Таким образом, адвентивные виды *Ranunculus nemorivagus*, *Ranunculus montanus*, *Ranunculus arvensis* на данный момент флорогенеза обогащают флору Беларуси и явных угроз естественным сообществам и культурфитоценозам не несут. Отдельные популяции лютика рощевого имеют тенденцию к увеличению численности и занимаемых площадей. Лютик горный находится на грани исчезновения. Местонахождения лютика полевого имеют характер единичных заносов.

Список использованной литературы

1. Флора Восточной Европы. Т. 10 / отв. ред. тома Н. Н. Цвелев. – СПб. : Мир и семья : Изд-во СПХФА, 2001. – С. 124–125.
2. Лебедько, В. Н. Сем. 71. *Ranunculaceae* Juss, nom. cons. – Лютиковые – Казяльцовыя / В. Н. Лебедько // Флора Беларуси. Сосудистые растения. В 6 т. Т. 4 / В. Н. Лебедько ; под общ. ред. В. И. Парфенова, Д. В. Дубовика ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича. – Мн. : Бел. навука, 2023. – С. 229, 302–303.
3. Шимко, И. И. Новые виды цветковых для флоры Беларуси / И. И. Шимко // Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта. – 2001. – № 1 (19). – С. 88–91.
4. Шимко, И. И. Новые и редкие виды растений для флоры Белорусского Поозерья / И. И. Шимко // Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта. – 1999. – № 1 (11). – С. 72–99.

[К содержанию](#)

УДК 581.84

Н. В. ШКУРАТОВА

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

СРАВНИТЕЛЬНАЯ АНАТОМИЯ СТЕБЛЯ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫХ БОБОВЫХ

Актуальность всестороннего изучения новых хозяйственно ценных культур подчеркивается необходимостью поиска путей диверсификации продукции растениеводства, ресурсов для импортозамещения продукции сельского хозяйства. Целью данного исследования явилось выявление особенностей строения стеблей новых для Беларуси видов травянистых бобовых, которые могут быть использованы при диагностике растительного сырья. В качестве объектов исследования избраны три вида зернобобовых культур – *Lens esculenta* Moench. (секция *Viceae*), *Cicer arietinum* L.

(секция *Cicereae*), *Trigonella caerulea* L. (секция *Trifolieae*) из семейства *Fabaceae* Lindl., обладающие комплексом хозяйственно ценных признаков и перспективные для Республики Беларусь, в том числе в условиях аридизации климата и перемещения агроклиматических зон к северу Беларуси.

Для исследования использовали растения указанных видов, выращенные в открытом грунте в условиях юго-запада Беларуси из семенного материала, произведенного в Российской Федерации. Сбор образцов стеблей производили в период созревания плодов, когда стебли полностью сформировались. Образцы фиксировали в 96 %-м спирте, а затем использовали для изготовления срезов толщиной 8–25 мкм. Срезы окрашивали методом дифференцированной окраски [1]. Описания микроструктуры стебля производили при помощи световых микроскопов серий Микромед-1.

На основании детального описания анатомии стеблей исследованных видов провели сравнительный анализ. В составе стебля выделяют эпидерму, колленхиму, паренхиму первичной коры, кольцо механических волокон, флоэму, камбий, ксилему, сердцевину.

Эпидерма однослойная, образована овальными в поперечном сечении клетками, ориентированными по окружности стебля. В составе эпидермы *Cicer arietinum* присутствуют одноклеточные, булавовидно вздутые на верхушке трихомы длиной 1200–1300 мкм. У вида *Lens esculenta*, как и у ряда дикорастущих видов секции *Vicieae* (например, виды из родов *Vicia*, *Lathyrus*) [2], на поверхности стебля имеются выросты высотой до 400–460 мкм. В этих гребневидных выростах под эпидермой залегает 2–3 слоя ассимиляционной паренхимы, которую подстилают группы механических волокон, укрепляющие верхушки выростов. В гребневидных выростах *Lens esculenta* основная часть также заполнена механическими элементами. Окружающая волокна паренхима мелкоклеточная с ромбоидными кристаллами оксалата кальция. У видов *Cicer arietinum* и *Trigonella caerulea* выросты отсутствуют, а поверхность стебля более-менее складчатая.

Колленхима выражена у исследованных видов более-менее одинаково и представлена несколькими слоями клеток. В. Х. Тутаюк отмечает, что главной особенностью стебля травянистых покрытосеменных является их значительная паренхиматизация [3]. У исследованных видов паренхима первичной коры выполняет ассимиляционную функцию, т. е. представляет собой хлоренхиму, состоящую из округлых или овальных клеток. Снаружи от механического кольца располагается 4–5 слоев ассимиляционной паренхимы, состоящей из овальных клеток, ориентированных по окружности стебля. Например, у *Cicer arietinum* указанная ткань сохраняет свою функцию до периода созревания семян. Позже зеленые стебли растения теряют окраску, в клетках разрушается хлорофилл, клетки

обесцвечиваются и отмирают. Среди исследованных видов кристаллы в виде ромбоидов обнаруживаются только в паренхиме первичной коры *Lens esculenta*. Следует отметить, что клетки, содержащие кристаллы, приурочены к группам механических волокон, формируя прерывистую кристаллоносную обкладку.

У изученных видов, как и у древесных, и у полудревесных форм, группы склеренхимных волокон занимают внутреннюю часть первичной коры, образуя прерывистое кольцо. От древесных форм исследованные виды отличаются отсутствием волокон во флоэме. Волокна у всех исследованных видов крупнопросветные.

Обычно в стебле травянистых двудольных вторичные изменения связаны с началом функционирования камбиального кольца, благодаря чему утолщается стебель и сосудисто-волокнистые пучки располагаются в определенном порядке. Стебель исследованных видов формируется на основе эустели и в результате активной деятельности камбия в пучковой и межпучковой области приобретает форму сплошного проводящего цилиндра, что характерно двудольным покрытосеменным. У *Cicer arietinum* в течение вегетационного сезона камбий формирует довольно большой объем ксилемы, тогда как прирост флоэмы невелик и составляет до 1/6–1/7 от объема коры.

В стеблях двудольных трав с пучковым строением проводящей системы в широких сердцевинных лучах, на уровне пучковых камбиев, может закладываться межпучковый камбий, который наращивает лучи в радиальном направлении, образуя паренхимные клетки. У исследованных видов в результате деятельности камбия эустель заменяется сплошным проводящим цилиндром, в котором горизонтальная паренхима представлена узкими преимущественно однорядными лучами. В отличие от *Trifolium*, в стеблях которых вторичный рост настолько незначителен, что является приуроченным только к проводящим пучкам, у трех исследованных видов активно функционирует межпучковый камбий и пучки оказываются соединенными в сплошное кольцо межпучковыми секторами ксилемы. Для сравнения: подобная структура также встречается среди травянистых бобовых у видов рода *Lupinus*.

В центре проводящего цилиндра располагается паренхима сердцевинны, выполненная округлыми в поперечном сечении клетками без содержимого. В сердцевине стебля *Cicer arietinum* выражена перимедуллярная зона, тогда как у остальных видов сердцевина гомогенная.

Таким образом, анатомическое строение стеблей *Lens esculenta*, *Cicer arietinum* и *Trigonella caerulea* имеет характерную топографию и состав тканей для двудольных трав с проводящей системой в виде цилиндра. От древесных форм исследованные виды отличаются отсутствием волокон

во флоэме. К специфическим особенностям анатомии стеблей *Lens esculenta* относится наличие на поверхности стебля гребневидных выростов, заполненных механическими элементами, и ромбоидных кристаллов оксалата кальция в паренхиме первичной коры. Вид *Cicer arietinum* отличается наличием трихом в составе эпидермы и выраженностью перимедуллярной зоны в сердцевине. Выявленные особенности анатомии стеблей исследованных видов могут быть использованы при диагностике растительного сырья.

Список использованной литературы

1. Прозина, М. Н. Ботаническая микротехника / М. Н. Прозина. – М. : Высш. шк., 1960. – 206 с.
2. Шкуратова, Н. В. О Возможности диагностики некоторых дикорастущих представителей секции *Vicieae* (*Fabaceae* Lindl.) на основании данных анатомического строения стебля / Н. В. Шкуратова // Ботанические чтения : сб. материалов Междунар. науч. конф., Брест, 25 февр. 2021 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: М. В. Левковская [и др.]. – Брест : БрГУ, 2025. – С. 32–35.
3. Тутаюк, В. Х. Анатомия и морфология растений : учеб. для с.-х. вузов / В. Х. Тутаюк. – М. : Высш. шк., 1972. – С. 172–180.
4. Шкуратова, Н. В. Особенности анатомии стеблей аборигенных видов группы *Cytisus* / Н. В. Шкуратова // Проблемы оценки, мониторинга и сохранения биоразнообразия : сб. материалов III Респ. науч.-практ. экол. конф. с междунар. участием, Брест, 28 нояб. 2019 г. / БрГУ им. А. С. Пушкина ; редкол.: Н. В. Шкуратова [и др.]. – Брест : БрГУ, 2019. – С. 92–94.

К содержанию

ХИМИЧЕСКАЯ ЭКОЛОГИЯ. АГРОЭКОЛОГИЯ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ И ПРОСВЕЩЕНИЕ

УДК 631.874; 635.613.20

**Х. Ф. БАТИРОВ, Р. А. САЛИМОВА, М. С. УРАЗОВ,
Д. М. ТУРДИМУРАДОВ**

Узбекистан, Самарканд, СамГУ имени Ш. Рашидова

ЗИМНИЕ ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ ДЛЯ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

Введение. Проблема применения зеленого удобрения в Узбекистане приобретает особую актуальность на сероземных и других типах почв, в которых содержание гумуса не превышает 0,76–1,1 % и потери которых достигают больших пределов. Для восполнения же утраченных запасов гумуса в орошаемом земледелии приходится применять органические удобрения (навоз, птичий помет и др.), внесение которых в требуемом количестве для многих фермерских хозяйств явно недоступно [1, с. 46; 2, с. 112].

Опыты показывают, что в настоящее время в качестве сидератов могут быть использованы зимующий горох, озимый рапс, брюква, тифон, редька масличная и мн. др. Они обеспечивают больше органической массы, которая заменяет высокие дозы как органических, так и минеральных удобрений. Так, рапс, тифон или же редька масличная (лучшие сидераты для сероземных почв) дают в среднем 40–45 т/га зеленой массы, что равносильно хорошо перепревшему навозу [3, с. 107; 4, с. 37].

Кроме того, они с помощью корневых выделений растворяют трудно растворимые соединения фосфатов, превращая их в доступные формы для растений, а органическая масса, запахиваемая в почву, разлагается микроорганизмами, резко повышающими ее биологическую активность. Они также являются хорошими медоносами для пчел, а семейства бобовых способствуют обогащению почвы биологическим (до 200 кг/га) азотом и т. д. [5, с. 9; 6, с. 48; 9, с. 9].

Методы исследований. Почвы опытного участка – типичные сероземы давнего орошения с залеганием уровня грунтовых вод 5–7 м. В почвах содержание перегноя (гумуса) было в среднем 0,76–0,90 %, общего азота – 0,85–0,111 %, подвижных форм фосфора – 15–30 мг/кг и обменного калия – 150–190 мг/кг почвы. В опытных вариантах изучались сроки посева 20 сентября, 1 и 10 октября и нормы высева семян из расчета 30, 45, 60 шт. на 1 пог. м рядка.

Посев семян осуществляли после тщательной подготовки почвы путем боронования в два следа и малования, а летом с легкой пахотой опытного поля на глубину 22–25 см, осенью в растущий хлопчатник, после уборки зерновых рядовым способом с помощью сеялки СПЧ-6,0 при заделке семян на глубину 2–3 см. Закладку и проведение полевых опытов, а также учет урожая в исследованиях проводили по методике полевого опыта [7, с. 211–304], соответствующие учеты, наблюдения и анализы – по общепринятым методикам, технология же выращивания была рекомендованной для данной зоны [7, с. 97–146].

Результаты и их обсуждения. Заметим, что биология культур, выращиваемых для зеленого удобрения, такова, что они формируют урожай и достигают полной спелости за 3,5–4 зимних месяца. Результаты многолетних исследований показывают, что агроклиматические ресурсы и севооборотные площади наиболее полно используются с помощью посевов промежуточных культур.

В наших экспериментах свекла, другие корнеплоды и капустные демонстрируют быстрое отрастание ранней весной, со второй декады марта, если им создать хорошую возможность для прохождения последующих фаз развития. У корнеплодов средняя продолжительность фазы стеблевания составляет 8–12 дней, цветения – 22–27 дней, а продолжительность фазы созревания – 8–14 дней. Урожай зимних посевов приводится в следующей таблице.

Таблица – Урожай семян зимующих культур (хозяйства Н. Азимова и «Файзиабат» Самаркандской области, среднее за 2017–2022 гг.)

Культура	Год и автор	Урожайность, т/га	Масса 1000 шт., г	Всхожесть, %	
				Лабораторная	Полевая
Рапс озимый	В. Л. Добродомов, 2012	2,6	3,11	93,8	86,1
Свекла сахарная	Х. Ф. Батиров, др. 2011–2022	2,7	12,4	83,0	68,0
Свекла столовая	–*–	2,5	21,4	92,6	69,3
Свекла листовая	–*–	2,6	20,6	82,10	70,2
Морковь столовая	–*–	1,4	1,4	80,9	69,5
Брюква	–*–	2,6	2,06	91,0	80,1
Редька масличная	–*–	2,7	11,10	89,5	81,3
Тифон	–*–	2,8	5,12	94,1	88,7

Эффективность заправки осеннего и зимнего сидерата по своему влиянию на урожай последующих культур (картофель, ячмень, озимая пшеница, рожь) не уступает внесению 20–30 т/га навоза хорошего качества, особенно если зеленая масса запахивается с соломой озимых

культур. Но все же сбор семян или зерна достигает 2,5–2,7 т/га, а капустных – 2,6–2,8 т/га.

Выводы. Возделывание зимних сидератов для овощных культур связано с повышением их экологической устойчивости с целью создания изобилия свежих продуктов, а также для обогащения сырьевой базы регионов Узбекистана. Выявленный нами набор культур весьма многообразен, и по использованию их можно разделить на культуры продовольственного, кормового и сидерального назначения.

Список использованной литературы

1. Батиров, Х. Ф. Научные основы зимнего растениеводства в условиях Заравшанской долины : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.01.09 / Батиров Хидир Файзиевич ; Узб. НИИ хлопководства. – Ташкент, 1997. – 46 с.
2. Батиров, Х. Ф. Корнеплоды зимней вегетации в условиях орошения / Х. Ф. Батиров. – Самарканд : Изд-во СамГУ им. Ш. Рашидова, 2023. – 112 с.
3. Батиров, Х. Ф. Ресурсосберегающее семеноводство корнеплодов в Самаркандской области / Х. Ф. Батиров. – Самарканд : Изд-во СамГУ им. Ш. Рашидова, 2025. – 107 с.
4. Горелов, Е. П. Промежуточные культуры в хлопководческих хозяйствах Узбекистана и их применение для сидерации : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / Горелов Е. П. – Ташкент, 1972. – 37 с.
5. Горелов, Е. П. Рекомендации по выращиванию рапса и перко на семена / Е. П. Горелов [и др.] ; М-во сел. хоз-ва Узбекистана. – Ташкент, 1989. – 9 с.
6. Довбан, К. И. Применение сидератов в качестве промежуточных культур / К. И. Довбан. – Мн. : БелнаучцентрИнформмаркетинг АПК, 2001. – 48 с.
7. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М. : Агропромиздат, 1985. – 246 с.
8. Утеуш, Ю. А. Выращивание масличной редьки и использование в качестве повторной культуры / Ю. А. Утеуш [и др.]. – 3-е изд. – Киев : УкрНИИНТИ, 1987. – 9 с.

К содержанию

УДК 581.143.6

К. М. БОГДАСАРОВА, С. М. ЛЕНИВКО
Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

ПРОЛИФЕРАЦИЯ СОРТОВ ЖИМОЛОСТИ ПОД ВЛИЯНИЕМ 6-БЕНЗИЛАМИНОПУРИНА В УСЛОВИЯХ *IN VITRO*

Микроклональное размножение является высокоэффективным методом получения генетически однородного, оздоровленного посадочного материала ягодных культур в течение всего года. Для жимолости синей (*Lonicera caerulea* L.), представляющей значительный интерес для садоводства Республики Беларусь благодаря высокой зимостойкости и ранним срокам созревания ягод, разработка и оптимизация протоколов *in vitro* имеет особую актуальность [1]. Ключевым этапом микроклонального размножения является стадия пролиферации, эффективность которой во многом определяется составом питательной среды, в частности наличием и концентрацией цитокининов [2]. В связи с этим целью нашего исследования явилась оценка влияния цитокинина 6-бензиламинопурина (6-БАП) на пролиферацию четырех перспективных сортов жимолости синей и получение микропобегов, пригодных для этапа ризогенеза.

Объектом исследования служили стерильные микропобеги жимолости синей сортов Богатырь, Морена, Индиго Джем и Блю Банан, которые культивировали на модифицированной среде Мурасиге – Скуга, содержащей половинный набор макро- и микросолей (1/2 MS). В варианте опыта с гормональной стимуляцией в среду, приготовленную для культивирования микропобегов, добавляли 6-БАП в концентрации 0,5 мг/л. Контролем служила безгормональная среда (1/2 MS). Условия культивирования: температура 24 ± 2 °С, фотопериод 16/8 часов, интенсивность освещения 3500 лк. На 7-е, 14-е, 21-е, 30-е, 60-е и 90-е сутки проводили учет таких параметров, как коэффициент размножения (число новых побегов на эксплант), длина побегов (см), количество листьев, количество и длина корней (см), наличие морфологических аномалий (пожелтение, некроз, гуттация). Статистическую обработку данных проводили с использованием общепринятых методов биологической статистики, достоверность сравниваемых показателей определяли по t-критерию Стьюдента.

Проведенные исследования показали, что на гормональной среде (1/2 MS + 0,5 мг/л 6-БАП) наблюдалась более активная пролиферация пазушных почек и образование новых микропобегов. К 90-м суткам эксперимента наибольшее количество новых побегов сформировалось у сортов Индиго Джем (68 шт.) и Богатырь (66 шт.), тогда как на безгормональной

среде эти показатели у данных сортов были значительно ниже – 37 и 34 шт. соответственно. На рисунке представлена динамика изменчивости коэффициента размножения у сортов жимолости в различные сутки культивирования, которая наглядно показывает влияние как 6-БАП, так и генотипа изучаемых сортов на формирование микропобегов *de novo*.

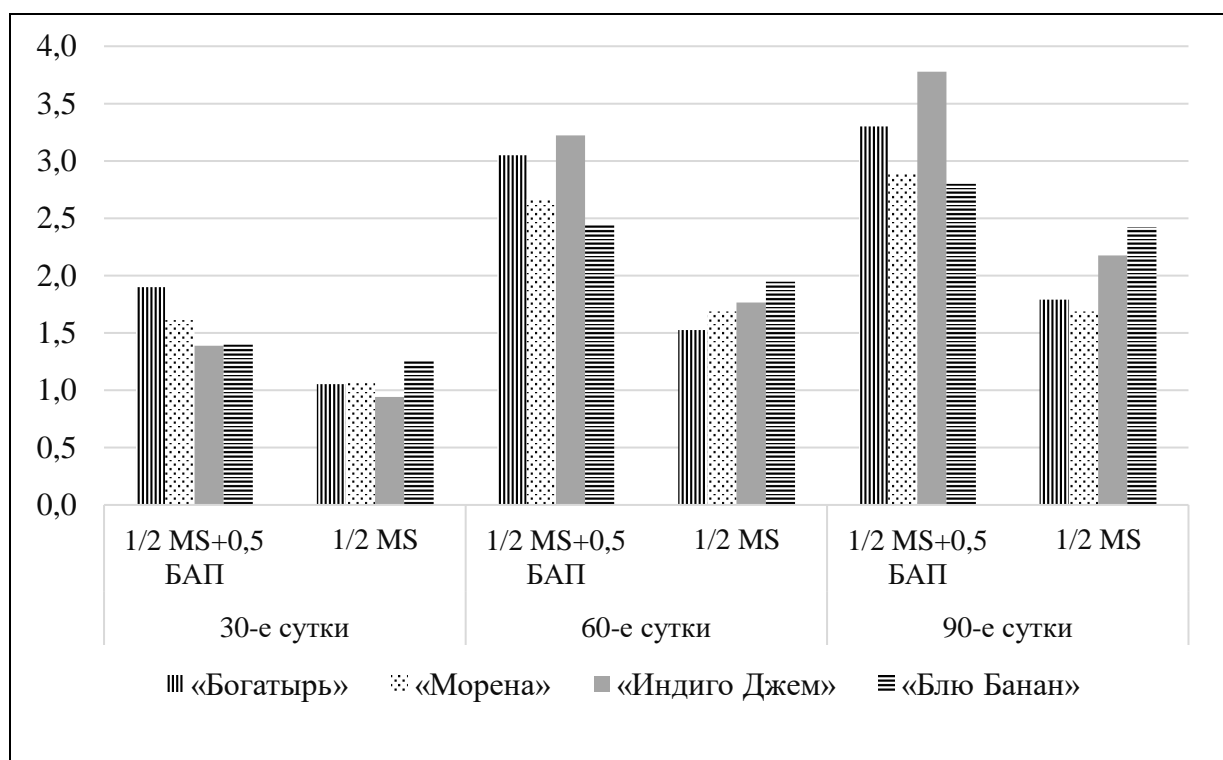


Рисунок – Динамика коэффициента размножения сортов жимолости на двух типах питательных сред

Присутствие цитокинина в питательной среде также способствовало листообразованию. Так, у сорта Богатырь на 60-е сутки среднее количество листьев по повторностям опыта на среде с 6-БАП составило $104,3 \pm 14,0$ шт., что достоверно выше, чем на безгормональной среде ($57,3 \pm 5,2$ шт.). При этом количество листьев на одном побеге у сортов Богатырь, Морена и Блю Банан оказалось выше на безгормональной среде, что указывает на более сбалансированное развитие микропобегов в контроле.

На безгормональной среде у всех сортов отмечалось более раннее и активное корнеобразование с преобладанием корней длиной более 1 см (таблица). Так, к 60-м суткам эксперимента у сорта Индиго Джем среднее количество корней на побег составило $3,0 \pm 0,4$ шт., тогда как на среде с цитокинином – лишь $2,3 \pm 0,3$ шт. Аналогичная тенденция ингибирования ризогенеза на гормональной среде наблюдалась и по другим сортам.

Таблица – Распределение корней по длине (%) у сортов жимолости на 60-е сутки культивирования

Сорт	Питательная среда	Длина корней, см		
		< 0,5	0,5 – 1,0	> 1,0
Богатырь	1/2 MS + 0,5 мг/л 6-БАП	10,7	7,1	82,1
	1/2 MS	2,4	7,3	90,2
Морена	1/2 MS + 0,5 мг/л 6-БАП	75,0	25,0	0,0
	1/2 MS	22,2	16,7	61,1
Индиго Джем	1/2 MS + 0,5 мг/л 6-БАП	11,8	20,6	67,7
	1/2 MS	16,7	29,1	54,2
Блю Банан	1/2 MS + 0,5 мг/л 6-БАП	78,8	14,3	7,1
	1/2 MS	16,7	30,6	52,8

Анализ физиологического состояния микропобегов показал сортовую специфику реакции на цитокинин. У сорта Блю Банан отмечался наибольший процент пожелтевших листьев на протяжении всего эксперимента, составивший к 90-м суткам 6,95 %, что указывает на повышенную чувствительность этого сорта к использованной концентрации 6-БАП. Для сортов Богатырь и Индиго Джем, напротив, отсутствие гормона в среде привело к увеличению доли некротизированной ткани листьев на поздних сроках их культивирования.

Таким образом, добавление 6-БАП в концентрации 0,5 мг/л в питательную среду 1/2 MS оказывает стимулирующий эффект на пролиферацию всех изученных сортов жимолости синей, обеспечивая наибольший выход микропобегов. При этом выявлено ингибирующее влияние данной концентрации цитокинина на процессы ризогенеза, что указывает на необходимость отдельного этапа укоренения на средах без цитокининов или с добавлением ауксинов. Показана сортоспецифичность реакции на гормональную регуляцию, что требует индивидуального подхода к оптимизации состава питательной среды для микроклонального размножения конкретных генотипов жимолости.

Список использованной литературы

1. Петрань, А. В. Перспективы выращивания жимолости синей *Lonicera caerulea* в агроклиматических условиях Беларуси / А. В. Петрань // Наука – практике : материалы III междунар. науч.-практ. конф., Барановичи, 19 мая 2022 г. : в 3 ч. / Баранович. гос. ун-т. – Барановичи : БарГУ, 2022. – Ч. 3. – С. 338–340.

2. Софронов, А. П. Жимолость синяя (*Lonicera caeruleae* L.): технология и селекция / А. П. Софронов, С. В. Фирсова, В. П. Головунин. – Киров : Федер. аграр. науч. центр Северо-Востока, 2021. – 64 с.

К содержанию

УДК 37.016:54(045)

И. В. БУЛЬСКАЯ

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

ЭКОЛОГИЗАЦИЯ ШКОЛЬНОГО ХИМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

В наше время, когда химическое загрязнение проникло во все уголки планеты, химия является фундаментальной наукой, необходимой для глубокого понимания и решения широкого спектра экологических проблем [1]. Такие глобальные экологические проблемы, как изменение климата, утрата озонового слоя, загрязнение микропластиком, нехватка пресной воды, обеспечение населения продовольствием, напрямую связаны с проблемой химического загрязнения. Актуальные и важные современные задачи, стоящие перед химической наукой, должны быть отражены в содержании химического образования. В школьном образовании уроки химии играют ключевую роль в экологическом просвещении, поскольку формируют представление о значении химической науки в решении экологических проблем и предотвращении техногенных катастроф [2].

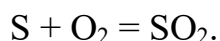
Перед современным школьным образованием стоит задача не просто фактического изучения экологических проблем, а формирования экологической культуры учащихся, что включает развитие экологических знаний и умений, экологического мышления, ценностных ориентиров и экологически оправданного поведения [3]. В условиях глубокого экологического кризиса усиливается и значение экологического воспитания в школе как важного этапа в становлении и развитии личности ребенка [4].

Экологический подход в обучении химии предполагает включение в содержание учебного материала информации об экологической значимости или опасности веществ, об источниках поступления веществ в окружающую среду, механизмах их действия на живые и неживые компоненты экосистемы, в том числе через межпредметные уроки, о ключевых способах получения веществ, об исследованиях, способствующих созданию новых, более устойчивых и биоразлагаемых материалов на основе растительного сырья и других возобновляемых ресурсов, об основных принципах зеленой химии [1; 3]. Принципы зеленой химии могут быть реализованы на практике в ходе школьного химического эксперимента, способствуя углублению знаний учащихся о правилах безопасности работы с химическими веществами, формированию ответственного отношения к окружающей среде и подчеркивая практикоориентированность экологических и химических знаний.

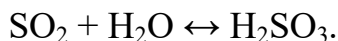
При таком подходе задачей учителя химии становится не только вооружить учеников экологическими знаниями, но и привить навыки экологической культуры, интегрируя соответствующий материал в школьный курс [2].

Для эффективного и интересного преподнесения экологического материала на уроках химии в современной школе рекомендуется использовать разнообразные формы и методы обучения. Выбор метода или формы зависит от многих факторов, среди которых возраст учащихся, уровень их подготовки, содержание конкретного урока, уровень мотивированности учащихся, а также возможности образовательного процесса в учреждении образования. Для реализации экологического подхода успешно применяются специализированные компьютерные программы, тестовые, расчетные и творческие задачи с экологическим содержанием [2], активные формы и методы обучения как на уроках (решение экологических задач, анализ ситуаций), так и во внеурочное время (игры, экскурсии, диспуты, презентации экологических проектов) [3]. Для эффективного решения экологических задач необходим междисциплинарный подход, объединяющий химию, биологию и экологию [1].

Экологические проблемы часто воспринимаются учащимися абстрактно, без связи с деятельностью человека [1], поэтому одним из наиболее эффективных методов воспитания экологической культуры является организация научно-исследовательской деятельности учащихся, позволяющая им применять полученные знания на практике и осознавать последствия хозяйственной деятельности человека [2]. Химический эксперимент и проектная деятельность с экологической направленностью (например, экологический мониторинг, исследование загрязнений) играют важную роль в формировании исследовательской компетентности учащихся и закреплении полученных химических и экологических знаний [3]. Проектная деятельность может быть реализована с помощью химического эксперимента с экологическим содержанием (например, моделирование экологических ситуаций, адекватных реально существующим; имитация некоторых природных процессов и явлений) [4]. Рассмотрим на примере опыта «Получение сернистой кислоты из оксида серы», демонстрирующего процесс образования кислотных дождей. В пробирку с газоотводной трубкой насыпаем немного порошка серы. Конец газоотводной трубки помещаем в другую пробирку с водой. Пробирку с серой нагреваем на спиртовке, имитируя таким образом процесс сжигания серосодержащих веществ в промышленности, в результате которого выделяется диоксид серы:



При реакции с атмосферной влагой диоксид серы превращается в слабую сернистую кислоту, которая является одной из причин кислотных дождей:



С помощью индикатора убеждаемся, что в пробирке образовалась кислота [3].

Несмотря на значимость непрерывного экологического образования на протяжении всего обучения в школе, в современных учебниках по химии недостаточно освещены вопросы охраны природы, что требует от педагогов активного включения природоохранного материала для развития интереса к предмету и формирования ответственного отношения к окружающей среде и природным ресурсам.

В заключение отметим, что экологический подход к преподаванию химии в школе становится императивом современного образования. Интеграция знаний о химическом воздействии на окружающую среду, принципов зеленой химии и практикоориентированных экспериментов формирует у учащихся не только абстрактные теоретические представления, но и устойчивые навыки безопасного и ответственного экологического поведения. Эффективность обучения при таком подходе достигается через разнообразие методов – от лабораторных работ до проектной и исследовательской деятельности, цифровых решений. Роль учителя при этом смещается от транслятора фактов к организатору эколого-педагогической среды, где воспитание экологической культуры становится ключевой целью. Внедрение таких подходов будет способствовать формированию поколений, способных критически осмысливать экологические вызовы и предлагать устойчивые практики их решения.

Список использованной литературы

1. Абдыкалыкова, К. А. Роль химии в формировании экологических знаний с использованием местной флоры / К. А. Абдыкалыкова // Репозиторий Костанайского регионального университета имени Ахмет Байтұрсынұлы». – URL: <https://dspace.kspi.kz> (дата обращения 26.10.2025).

2. Трубникова, Е. Е. Формирование экологической культуры учащихся на уроках химии / Е. Е. Трубникова // Образовательная социальная сеть nsportal.ru. – URL: <https://nsportal.ru/shkola/khimiya/library/2018/10/22/formirovanie-ekologicheskoy-kultury-na-urokakh-himii> (дата обращения: 23.10.2025).

3. Реализация экологического подхода в обучении химии / О. А. Ляпина, Н. В. Жукова, В. В. Панькина [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2019. – № 4. – URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=28954> (дата обращения: 30.10.2025).

4. Воинова, О. Ю. Химический эксперимент как средство экологического воспитания / О. Ю. Воинова // Молодой ученый. – 2020. – № 24 (314). – С. 397–399.

К содержанию

УДК 373.57-054.6:54

Н. В. ДЕМЕНКОВА, Т. А. КОНЮШКО

Беларусь, Витебск, Витебский государственный ордена
Дружбы народов медицинский университет

АКТУАЛИЗАЦИЯ СОДЕРЖАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН В МЕДИЦИНСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ ЧЕРЕЗ ПРИЗМУ СОВРЕМЕННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

Современная медицина все чаще сталкивается с последствиями воздействия неблагоприятной экологической обстановки на здоровье человека. Загрязнение атмосферы, воды и почвы тяжелыми металлами, пестицидами, диоксинами, продуктами нефтепереработки и другими ксенобиотиками является одним из ключевых факторов риска развития онкологических, сердечно-сосудистых, респираторных и нейродегенеративных заболеваний. В связи с этим подготовка будущего врача требует не только глубоких знаний в области клинических дисциплин, но и понимания взаимосвязи строения, состава и свойств веществ, а также их биологических функций, биологической взаимозаместимости химических элементов и последствий этого процесса для организма человека.

Эффективная интеграция экологической составляющей в учебный процесс возможна только на основе принципа междисциплинарного синтеза. Химические дисциплины в медицинском вузе перестают быть абстрактными науками о веществах, трансформируясь в инструмент для анализа реальных медико-экологических проблем.

В целях решения проблемы химического загрязнения среды необходимо глубже изучать химизм технологических процессов, а в преподавании основ химии осуществлять экологический подход – изучать основные химические загрязнители, последствия загрязнения, а также технологии переработки и утилизации загрязняющих веществ.

При изучении дисциплин «Медицинская химия» и «Физическая и коллоидная химия» особое внимание студентов обращается на:

– химическое строение и свойства приоритетных загрязнителей (тяжелые металлы, полициклические ароматические углеводороды, диоксины);

– молекулярные механизмы токсичности (например, способность ионов свинца и ртути блокировать сульфгидрильные группы ферментов, нарушая их каталитическую активность);

– парниковые и сернистые газы, которые могут вызывать подкисление воды и почвы, гибель лесов;

– соединения хлора и фтора, которые выбрасываются в окружающую среду химическими предприятиями;

– радионуклиды, которые могут накапливаться в почве, а затем с продуктами питания и пылью попадать в организм человека (угнетать определенные биохимические процессы, лежащие в основе жизнедеятельности клеток; повреждать структуру ДНК; являться источником различных онкологических заболеваний);

– поверхностные явления и адсорбцию (изучение механизмов сорбции токсинов на поверхности аэрозольных частиц);

– химическую кинетику (моделирование скорости разложения пестицидов в почве и кинетики выведения тяжелых металлов из организма);

– учение о дисперсных системах (объяснение устойчивости и миграционной способности загрязнителей в виде коллоидных растворов и эмульсий: нефтяные пленки, кислотные туманы).

Такой интегрированный подход позволяет студенту выстроить целостную цепочку: химический загрязнитель → его физико-химические свойства → поведение в окружающей среде и организме → патофизиологический процесс → клиническое проявление.

Преподаватели кафедры общей и органической химии ВГМУ активно популяризируют достижения науки и показывают на конкретных примерах роль химии в решении экологических проблем. На занятиях раскрывается единство неорганического и органического мира, изучается влияние деятельности человека на окружающую среду и на этой основе у студентов формируется убежденность в необходимости бережного отношения к природе.

Одним из основных методов формирования экологической культуры при изучении дисциплин «Медицинская химия» и «Физическая и коллоидная химия» является систематическое использование в учебном процессе задач с экологическим и медико-биологическим контекстом, позволяющих мысленно переноситься на место событий, включиться в конкретную жизненную ситуацию, на основе математического расчета сделать правильный вывод о действии в определенной экологической ситуации.

К разработке химико-экологических задач предъявляется ряд методических требований.

1. *Актуальность.* Условия задач должны отражать реальные социально-экологические проблемы (загрязнение водных ресурсов, атмосферы, проблемы утилизации отходов).

2. *Междисциплинарность*. Решение должно опираться на интеграцию знаний из химии, биологии, экологии и клинической медицины.

3. *Практическая ориентированность*. Результат расчета должен иметь ясную интерпретацию в практической деятельности врача.

4. *Доступность и систематичность*. Задачи должны соответствовать уровню подготовки студентов и включаться в учебный процесс на регулярной основе.

Решение расчетных и экспериментальных задач с экологическим содержанием вызывает у студентов интерес и побуждает их пополнять свои знания о масштабах загрязнения окружающей среды и мерах ее защиты.

Проведенная работа по интеграции экологической проблематики в преподавание химических дисциплин показала высокую дидактическую эффективность. Анализ анкетирования студентов ВГМУ свидетельствует о следующих результатах:

- повышение учебной мотивации. Более 85 % опрошенных отметили, что решение прикладных задач с экологическим содержанием делает изучаемый материал более интересным и значимым;

- формирование системного мышления. Студенты начинают воспринимать химию не как набор абстрактных формул, а как инструмент для понимания патогенеза заболеваний, связанных с воздействием окружающей среды;

- реализация индивидуального подхода. Разноуровневый характер задач позволяет учитывать различную подготовку студентов и способствовать развитию каждого из них.

Список использованной литературы

1. Деменкова, Н. В. Контекстный подход к преподаванию дисциплины «медицинская химия» / Н. В. Деменкова, З. С. Кунцевич // Достижения фундаментальной, клинической медицины и фармации : материалы 77-й науч. сессии ВГМУ, Витебск, 26–27 янв. 2022 г. / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, Витеб. гос. мед. ун-т ; редкол.: А. Т. Щастный (пред.) [и др.]. – Витебск : ВГМУ, 2022. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

2. Деменкова, Н. В. Реализация интегративного подхода в процессе преподавания дисциплины «медицинская химия» / Н. В. Деменкова, З. С. Кунцевич // Качественное профессиональное образование: современные проблемы и пути решения : материалы XIII науч.-метод. онлайн-конф. с междунар. участием, Кемерово, 22 дек. 2021 г. – Кемерово : КемГМУ, 2021. – С. 134–137.

К содержанию

УДК 635.127:631.95

Е. А. ДЖОС, О. Н. ПЫШНАЯ, А. А. БАЙКОВ

Россия, Москва, Федеральный научный центр овощеводства

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ПЕРЦА ОСТРОГО (*CAPSICUM* spp.) КАК ИСТОЧНИКА ВИТАМИНОВ И АНТИОКСИДАНТОВ

Перец относится к роду *Capsicum* и является одним из наиболее богатых витаминами овощей. Род *Capsicum* включает 5 окультуренных (*Capsicum annuum*, *C. baccatum*, *C. frutescens*, *C. chinense*, *C. Pubescens*) и около 30 диких видов. В настоящее время перец острый широко распространен по всему миру. В большинстве стран виды рода *Capsicum* имеют важное экономическое значение. По данным FAOSTAT, посевные площади перца сладкого и острого в 2023 г. составили для потребления и переработки свежих плодов 2,065 млн га, сушеных – 1,803 млн га, произведено свежих плодов 38,3 млн т, сушеных – 3,23 млн т [1]. Крупными производителями свежего перца (сладкие и острые формы) являются Китай – 17,134 млн т, Мексика – 3,681 млн т, Турция – 3,081 млн т, Индонезия – 3,061 млн т; сушеного перца (сладкие и острые формы) Индия – 2,782 млн т, Китай – 0,325 млн т, Таиланд – 0,328 млн т.

Плоды видовых форм перца и продукты их переработки пригодны для промышленного применения. Их используют в пищевой, фармакологической, кондитерской, ликероводочной, военной и другой промышленности.

В России широко распространены сорта перца сладкого и острого, относящиеся к виду *C. annuum* L. В настоящее время созданы сорта и других видов с различной окраской, формой и очень острым и жгучим вкусом плодов.

Плоды перца острого являются источником важнейших биологических компонентов: витаминов, минералов и антиоксидантов. В современных условиях полноценные продукты растительного происхождения, в том числе овощные, рассматриваются как эффективное средство для стимулирования и поддержания здоровья и снижения риска возникновения многих заболеваний, связанных с нарушением обмена веществ.

В ФГБНУ «ФНЦО» в селекционной работе перца острого используются различные виды рода *Capsicum* ssp. Основные задачи селекции – не только высокая урожайность, устойчивость к биотическим и абиотическим стрессорам, но и высокое содержание капсаицина, биологически активных веществ, минеральных солей и антиоксидантов. Увеличение разнообразия овощной продукции и улучшение ее качества являются результатом постоянной селекции на биохимические признаки [2]. Исследования проводили в условиях неотопливаемых пленочных теплиц зоны умеренного климата. Изучены 14 образцов, отличающихся

по морфологическим признакам растения и плода (форме, окраске, толщине стенки перикарпия и уровню остроты и т. д.).

Витамин С является важнейшим антиоксидантом в организме человека, поддерживающим здоровье всех клеток. Это соединение защищает организм от нескольких видов активных форм кислорода – как свободных радикалов, так и перекисей [3]. Содержание аскорбиновой кислоты в изученных видовых формах представлено в таблице.

Таблица – Содержание антиоксидантов в плодах различных видов рода *Capsicum*

Название образца и вида	Острота, балл	ССА, мг. экв. ГК/г			Аскорбиновая кислота, мг%	Сухое вещество, %
		Ацетон/ этанол 1:1 v/v	Этанол, 80 %	Этанол 80 %, 60 °С/60мин		
Рождественский букет (<i>C. annuum</i> × <i>frutescens</i>)	7–8	1,62 ± 0,08	2,85 ± 0,14	2,37 ± 0,12	371 ± 26	16,3 ± 0,9
Самоцвет (<i>C. annuum</i> × <i>C. frutescens</i>)	8	0,85 ± 0,04	1,84 ± 0,09	1,34 ± 0,07	152 ± 10	17,4 ± 0,8
Эврика (<i>C. annuum</i>)	2–3	2,18 ± 0,11	2,58 ± 0,12	2,06 ± 0,10	412 ± 27	15,6 ± 0,7
Rocoto (<i>C. pubescens</i>)	10	0,91 ± 0,05	1,04 ± 0,05	0,78 ± 0,04	80 ± 6	14,3 ± 0,8
Китайский фонарик (<i>C. baccatum</i>)	2–3	0,83 ± 0,04	0,84 ± 0,04	0,62 ± 0,03	157 ± 10	19,8 ± 0,8
Колокольчик (<i>C. chinense</i>)	9	1,46 ± 0,07	1,38 ± 0,07	1,17 ± 0,06	203 ± 15	13,1 ± 0,7
Trinidad Dglaou (<i>C. chinense</i>)	10	1,27 ± 0,06	1,19 ± 0,06	0,91 ± 0,05	177 ± 11	12,9 ± 0,6
Trinidad Scorpion Chocolate (<i>C. chinense</i>)	10	1,03 ± 0,05	1,09 ± 0,05	0,85 ± 0,04	178 ± 13	12,3 ± 0,6
Цыганенок (<i>C. annuum</i>)	2–3	0,97 ± 0,05	1,55 ± 0,08	1,27 ± 0,06	194 ± 12	12,1 ± 0,6
Bhyt jolokia (<i>C. chinense</i> × <i>C. frutescens</i>)	10	0,88 ± 0,04	1,27 ± 0,06	0,97 ± 0,05	157 ± 10	12,2 ± 0,5
Пурпурный тигр (<i>C. annuum</i>)	9	2,19 ± 0,11	2,18 ± 0,11	1,79 ± 0,09	218 ± 14	18,6 ± 0,9
Чудо Подмосковья (<i>C. annuum</i>)	1,5	1,47 ± 0,07	1,68 ± 0,08	1,26 ± 0,06	297 ± 18	11,7 ± 0,6
Юбилейный ВНИИССОК (<i>C. annuum</i>)	3	1,59 ± 0,09	1,64 ± 0,08	1,31 ± 0,07	324 ± 19	17,9 ± 0,9
Огненная дева (<i>C. chinense</i>)	8	1,86 ± 0,09	2,66 ± 0,13	2,02 ± 0,10	303 ± 20	16,4 ± 0,8

Наибольшее количество аскорбиновой кислоты накапливают сорта перца острого Эврика (*C. annuum*) – 412 мг %, Рождественский букет (*C. annuum* × *C. frutescens*) – 371 мг %, Юбилейный ВНИИССОК (*C. annuum*) – 324 мг %, Огненная дева (*C. chinense*) – 303 %. При этом следует отметить, что содержание витамина С от окраски плода и видовой принадлежности не зависит.

У четырех образцов перца острого – Рождественский букет (*C. annuum* × *C. frutescens*), Самоцвет (*C. annuum* × *C. frutescens*), Цыганенок (*C. annuum*), Огненная дева (*C. chinense*) – наблюдали различие от 40 до 70 % между применяемыми методами по содержанию суммы антиоксидантов.

Максимальное содержание суммы антиоксидантов (ССА, мг. экв. ГК/г) среди острых форм отмечено у образцов Рождественский букет (*C. annuum* × *C. frutescens*) – 2,85; Огненная дева (*C. chinense*) – 2,66; Эврика (*C. annuum*) – 2,58 и Пурпурный тигр (*C. annuum*) – 2,18. Результаты биохимических исследований показывают, что антиоксидантная активность компонентов значительна и сильно варьирует в зависимости от сорта и видовой принадлежности.

Все изученные видовые формы накапливают еще один сильнейший природный антиоксидант – капсаицин, что определяет их жгучий вкус. Максимальное значение этого показателя отмечено у образцов Bhyt jolokia (*C. chinense* × *C. frutescens*), Trinidad Scorpion Chocolate (*C. chinense*), Trinidad Dglahou (*C. chinense*), Rocoto (*C. pubescens*), Колокольчик (*C. chinense*), Пурпурный тигр (*C. annuum*), Огненная дева (*C. chinense*), Самоцвет (*C. annuum* × *C. frutescens*), Рождественский букет (*C. annuum* × *C. frutescens*). Высокое содержание биологически активных веществ наряду с капсаицином увеличивает суммарное антиоксидантное свойство данных образцов.

Список использованной литературы

1. ФАО. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций : [сайт]. – URL: <http://www.fao.org>. (дата обращения: 10.10.2025).
2. Пышная, О. Н. Селекция перца / О. Н. Пышная, М. И. Мамедов, В. Ф. Пивоваров. – М. : Изд-во ВНИИССОК, 2012. – 247 с.
3. Yu, B. P. Cellular defenses against damage from reactive oxygen species / B. P. Yu // Physiological reviews. – 1994. – Vol. 74. – P. 139–162.

К содержанию

УДК 372

А. М. КАВАЛЕНКА

Беларусь, Брэст, БрДУ імя А. С. Пушкіна

**ЭКАЛАГІЧНАЕ ВЫХАВАННЕ СТУДЭНТАЎ
ПРАЗ ПРАФЕСІЙНА ЗНАЧНУЮ ПРАЕКТНУЮ
ДЗЕЙНАСЦЬ НА ЗАМЕЖНАЙ МОВЕ**

Сучасная цывілізацыя сутыкаецца са шматлікімі экалагічнымі праблемамі, такімі як змяненне клімату, страта біразнастайнасці, забруджванне навакольнага асяроддзя. У сувязі з гэтым экалагічная адукацыя і выхаванне становяцца неад’емнай часткай падрыхтоўкі любога сучаснага спецыяліста ў галіне кіравання, эканомікі, тэхнікі, медыцыны, прыродазнаўчых і гуманітарных навук. Але асабліва гэта тычыцца падрыхтоўкі студэнтаў педагагічных спецыяльнасцей, бо менавіта будучым настаўнікам у першую чаргу трэба выхоўваць у сваіх вучняў беражлівыя адносіны, талерантнае стаўленне да прыроды і яе багаццяў.

Дысцыпліна “Замежная мова” валодае вялікімі магчымасцямі ў плане экалагічнага выхавання будучых настаўнікаў. Інтэграцыя экалагічных тэм у практыку выкладання замежнай мовы з’яўляецца эфектыўным спосабам уключэння студэнтаў у змястоўны навучальны працэс, а таксама павышэння іх дасведчанасці аб экалагічных праблемах, што ў выніку фарміруе іх экалагічную свядомасць.

Адным з інавацыйных педагагічных падыходаў, які прымяняецца ў практыцы выкладання дысцыпліны “Замежная мова”, з’яўляецца праектна-арыентаванае навучанне. Праектна-арыентаванае навучанне (Project-Based Learning, далей – PBL) – гэта стратэгія навучання, пры якой студэнты вучацца падчас выканання рэальнага праекта [1]. У межах PBL студэнты працуюць над праектамі, у цэнтры якіх знаходзяцца складаныя пытанні, праблемы або задачы, якія патрабуюць крытычнага мыслення, вырашэння праблем, супрацоўніцтва і творчага падыходу. З’яўляючыся адной з інавацыйных педагагічных тэхналогій, праектны метада дапамагае развіваць кагнітыўныя навыкі студэнтаў, здольнасць самастойна думаць, праяўляць творчы падыход і ініцыятыву, ставіць праблему і знаходзіць яе рашэнні, арыентавацца ў інфармацыйнай прасторы і ўмець адбіраць дакладную, актуальную інфармацыю, здольнасць апрацоўваць і аналізаваць кантэнт, прагназаваць і ацэньваць вынікі сваёй працы. Выкарыстанне праектнага метаду спрыяе развіццю самастойнай дзейнасці студэнтаў (індывідуальна або ў групах), іх аналітычных і творчых навыкаў і арыентуе на далейшую даследчую працу. Даследаванні паказваюць, што PBL спрыяе

лепшаму захаванню і выкарыстанню набытых ведаў у доўгатэрміновай перспектыве [2].

У распрацаваны кафедры замежных моў БрДУ імя А. С. Пушкіна вучэбна-метадычны комплекс па замежнай мове для студэнтаў прыродазнаўчых спецыяльнасцей згодна з праграмай па замежнай мове [3] уваходзіць прафесійна арыентаваны раздзел з тэмамі “Экалагічная пісьменнасць і экалагічная свядомасць”, “Глабальныя праблемы чалавецтва”, “Хімія навакольнага асяроддзя”, “Забруджванне асяроддзя і яго прычыны”, “Глабальнае пацяпленне і парніковы эфект”, “Прынцыпы зялёнай хіміі”, “Экалогія і біяэкалогія”, “Антрапагенная пагроза біялагічнай разнастайнасці” і інш. [4]. Пад кіраўніцтвам выкладчыкаў замежнай мовы студэнты прыродазнаўчага профілю БрДУ імя А. С. Пушкіна традыцыйна рыхтуюць праекты на замежнай мове па экалагічнай тэматыцы. Праца ажыццяўляецца на працягу некалькіх тыдняў або семестра.

На падрыхтоўчым этапе студэнты абмяркоўваюць магчымыя галіны свайго праектнага даследавання, вызначаюць мэты і задачы праекта.

На другім этапе студэнты працуюць над праектам, плануюць, збіраюць і аналізуюць матэрыял, праводзяць даследаванні і вывучаюць вопыт даследаванняў падобнага роду. Задача выкладчыка замежнай мовы – пазнаёміць студэнтаў з тэрміналогіяй, праверыць і адкарэктываць працу, выправіць граматычныя і арфаграфічныя памылкі, пры неабходнасці прапануе кансультацыю з вузкімі спецыялістамі.

Трэці этап – дэманстрацыя і абарона праекта на замежнай мове. Праект часцей за ўсё прадстаўлены ў выглядзе прэзентацыі ў аўдыторыі, але студэнтам можна прапанаваць стварыць рэальныя старонкі ў сацыяльных сетках, якія прыцягнуць рэальных падпісчыкаў і пакажуць рэальную зваротную сувязь аўдыторыі. Вынікі працы над праектамі студэнты таксама прадстаўляюць на навуковых канферэнцыях рознага рангу, публікуюць у часопісах і зборніках навуковых прац артыкулы на замежнай мове, прымаюць з імі ўдзел у віктарынах, алімпіядах і конкурсах.

Падчас працы і на этапе прэзентацыі свайго прадукта студэнты выкарыстоўваюць сучасныя інфармацыйныя тэхналогіі, што патрабуе высокай інфармацыйнай культуры, вучыць хутка знаходзіць вырашэнне праблемы і несці адказнасць за прынятае рашэнне. Часта студэнтам неабходна самастойна здабыць веды з сумежных сфер, эфектыўна выкарыстоўваць часавы рэсурс, ставіць і дасягаць мэты. Усё гэта садзейнічае іх матывацыі да самаразвіцця і адказнага падыходу да выканання праектаў.

Заклучным этапам з’яўляецца ацэнка праекта выкладчыкамі і абмен водгукамі, калі студэнты дзеляцца сваімі ўражаннямі аб праведзенай працы, абмяркоўваюць сваю ролю і асабісты ўклад у праект. У мэтах матывацыі студэнтаў за выніковы ўдзел у праекце могуць быць прызначаны дадатковыя балы да рэйтыngu, які ўлічваецца пры выстаўленні выніковай адзнакі бягучай атэстацыі па дысцыпліне “Замежная мова”.

Па нашых назіраннях, праектнае навучанне падчас вывучэння замежнай мовы не толькі дапамагае студэнтам засвоіць асноўны акадэмічны кантэнт, пашырыць слоўнікавы запас і развіць камунікатыўныя навыкі, але і павышае іх зацікаўленасць, падахвочвае да актыўнай камунікацыі, развівае крытычнае мысленне і глабальны, сістэмны погляд на экалагічныя праблемы. Студэнты па-іншаму пачынаюць успрымаць сябе, а менавіта як актыўных удзельнікаў жыцця новага свету, які яны спадкуюць. Праектнае навучанне натхняе студэнтаў, рыхтуе іх да асабістага і кар’ернага поспеху, да вырашэння жыццёвых задач, фарміруе цэласны светапогляд. Немалаважна таксама і тое, што навучанне на аснове праектаў дазваляе і самім выкладчыкам атрымліваць задавальненне і асалоду ад выкладання.

Спіс выкарыстанай літаратуры

1. Bell, S. Project-Based Learning for the 21st Century: Skills for the Future / S. Bell // The Clearing House. – 2010. – P. 39–43. – URL: https://www.researchgate.net/publication/240539137_Project-Based_Learning_for_the_21st_Century_Skills_for_the_Future/ (date of access: 25.10.2025).

2. Shukla, P. Project-Based Learning (PBL) / P. Shukla, R. Kumar, A. Shukla // Teaching and Learning Techniques: A New Paradigm. – 2024. – P. 17–25. – URL: https://www.researchgate.net/publication/240539137_Project-Based_Learning_for_the_21st_Century_Skills_for_the_Future/ (date of access: 25.10.2025).

3. Иностранный язык. Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине «Иностранный язык (английский)» для специальности 6-05-0113-03 Природоведческое образование (биология и химия), рег. номер УД-06-004-23/уч. : утв. 29.06.2023.

4. Коваленко, О. Н. Иностранный язык (английский) : учеб.-метод. комплекс / О. Н. Коваленко ; Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина. – Брест : БрГУ, 2025. – 191 с.

К содержанию

УДК 577.13:631.1

М. О. КАЙДАЛОВА, Н. Ю. КОЛБАС

Беларусь, Брест, Полесский аграрно-экологический институт
НАН Беларуси, БрГУ имени А. С. Пушкина

ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ СОВМЕСТИМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ СМОРОДИНЫ НА АНТИОКСИДАНТНУЮ АКТИВНОСТЬ ПЛОДОВ

Актуальность. В сельском хозяйстве для защиты растений используются пестициды и инсектициды, а для повышения урожайности применяются минеральные удобрения, которые при неправильном использовании оказывают негативное воздействие на окружающую среду, что приводит к ухудшению состояния земель и эрозии почвы. Вследствие этого наблюдается распространение болезней сельскохозяйственных культур и ухудшение качества их продукции, что отрицательно воздействует на здоровье потребителей [1]. Данные факторы являются причиной развития направления деятельности сельского хозяйства, которое решило бы проблему безопасности продуктов питания, а также сохранения биоразнообразия природных экосистем. На решение этих задач направлена деятельность в области органического земледелия. Основной ориентацией органического земледелия является построение партнерских отношений между природой и человеком, когда вместо химических средств защиты растений используют природные аналоги [2]. Таким образом, органическое сельское хозяйство придерживается принципов здоровья, экологии, справедливости и заботы.

Переход на органическое земледелие является мировой тенденцией. В Республике Беларусь реализация принципов органического земледелия проводится на государственном уровне [1]. С 2019 г. в Беларуси действует закон «О производстве и обращении органической продукции», и в настоящее время производством органической продукции в стране занимается около 27 субъектов хозяйствования. Разработаны некоторые принципы ведения органического сельского хозяйства, в особенности овощных культур, при этом недостаточно внимания уделяется плодово-ягодным.

Одним из свойств, определяющих качество плодово-ягодной продукции, является ее биохимический состав, а именно фенольный состав. Фенольные соединения обладают антиоксидантной активностью и помогают бороться с активными формами кислорода и азота, образующимися при воздействии различных стрессов и принимающими участие

в возникновении ряда воспалительных заболеваний. Для человека фенольные соединения (далее – ФС) являются профилактическим средством от многих болезней, таких как рак, диабет, ожирение, сердечно-сосудистые заболевания и др. [3].

Цель – оценка динамики антиоксидантной активности в плодах смородины черной (*Ribes nigrum* L.) сорта Памяти Вавилова в условиях перехода к органическому выращиванию при разных стратегиях обработки.

Материалы и методы. В качестве препаратов, соответствующих принципам органического земледелия, были выбраны «Энтолек», «Профит», «Битоксибациллин». Это биологически чистые препараты бактериального происхождения. В качестве контрольного образца использовали растения без обработок.

Для оценки общей антиоксидантной активности (далее – АОА) применяли две методики, которые в настоящее время широко используются в биохимических исследованиях *in vitro* и позволяют выявить антиоксидантное действие как гидрофильных, так и липофильных антиоксидантов. Оценка АОА по методу *ABTS* (от англ. 2,2'-азино-бис(3-этилбензтиазолин)-6-сульфоновая кислота) проводилась согласно методике, описанной в работе S. Dudonné с соавторами (2009). В качестве стандарта использовали тролокс (6-гидрокси-2,5,7,8-тетраметилхроман-2-карбоновая кислота). АОА исследуемых плодов была выражена в микромоляр тролокс-эквивалента в пересчете на граммы лиофилизированных плодов (мкмоль ТЭ/г). АОА по методу *FRAP* (от англ. *Ferric Reducing Antioxidant Power* – железовосстанавливающая антиоксидантная мощность) определялась согласно методике и была выражена в микромоляр Fe^{+2} в пересчете на грамм лиофилизированных плодов (мкмоль Fe^{+2} /г).

Все опыты выполнены в трехкратной повторности. Статистическая обработка результатов проведена с использованием программы Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение. В контрольном образце АОА по методу *ABTS* составила 378,7 мкмоль ТЭ/г, по методу *FRAP* – 399,6 мкмоль Fe^{+2} /г.

Таблица – АОА плодов смородины черной при разных стратегиях обработки

Вариант обработки	ABTS (мкмоль ТЭ/г)	FRAP (мкмоль Fe^{+2} /г)
К	378,7	399,6
Э	366,6	463,2
П	370,6	459,3
ББ	372,3	532,3

Обработка растений биопрепаратами привела к незначительному снижению АОА плодов черной смородины, оцененной методом АВТС. Наибольшее негативное воздействие оказала обработка препаратом «Энталек», которая снизила показатель на 12,1 мкмоль ТЭ/г (–3,2 %). Обработка препаратом «Профит» снизила показатель на 2,14 %, а «Битоксибациллин» – на 1,69 %.

На АОА, оцененную методом FRAP, обработки, наоборот, оказали существенное благоприятное воздействие. «Энталек» и «Профит» повысили данный показатель на 60–65 мкмоль ТЭ/г (+15–16 %), наибольшее воздействие оказала обработка «Битоксибациллином» – 532,3 мкмоль ТЭ/г (+33 %).

Заключение. Таким образом, в ходе эксперимента было выявлено, что обработка препаратами привела к повышению АОА по методу FRAP в плодах черной смородины, снижение по методу АВТС было незначительным. Наиболее эффективным будет использование препарата «Битоксибациллин», так как он оказал наибольшее положительное воздействие на АОА по методу АВТС и наименьшее негативное – по методу FRAP.

Исследование выполнено в рамках проекта БРФФИ-БРЕСТ № Х24Б-005 «Комплексное исследование садовых агроэкосистем Брестского региона с целью повышения качества и экологичности продукции при переходе к органическому земледелию».

Список использованной литературы

1. Кочурко, В. И. Основы органического земледелия : практ. пособие / В. И. Кочурко, Е. Э. Абарова, В. Н. Зуев. – Мн. : Донарит, 2013. – 176 с.
2. Органическое земледелие с нуля // Союз органического земледелия : [сайт]. – URL: <https://soz.bio/osnovy-organicheskogo-zemledeliya/> (дата обращения: 07.07.2024).
3. Радюкина, Н. Л. Участие низкомолекулярных антиоксидантов в кросс-адаптации лекарственных растений к последовательному действию UV-B-облучения и засоления / Н. Л. Радюкина, В. И. М. Тоайма, Н. Р. Зарипова // Физиология растений. – 2012. – Т. 59, № 1. – С. 80–88.

К содержанию

УДК 372.854

В. В. КОВАЛЕНКО, Н. С. СТУПЕНЬ

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЕ ВЗАИМОСВЯЗИ ЭКОЛОГИИ И ХИМИИ КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНЦИИ

Экологическую компетенцию определяют как многоаспектное понятие. Согласно [1], в ее содержании выделяют несколько компонентов, каждый из которых выступает как системообразующий. Мотивационный компонент предполагает сочетание интересов, потребностей, побуждающих к осуществлению экологической деятельности. Когнитивный компонент предполагает формирование системы экологических знаний, способов мышления, выступающих ориентировочной основой для экологической деятельности. Практико-деятельностный компонент предполагает умения практически применять экологические знания при решении экологических проблем, улучшении состояния окружающей среды, наличие практического опыта экологической деятельности. Эмоционально-волевой компонент определяет отношение к природе, экологическим проблемам и их решению. Ценностно-смысловой компонент предполагает наличие ценностных ориентаций, понимание смыслов экологической деятельности, определяющих осознание необходимости сохранения природной среды как важнейшей ценности [1]. В настоящее время экологическая компетенция выступает одним из условий социализации учащихся [2].

Экология является междисциплинарной отраслью знаний, она тесно взаимосвязана с другими науками, в частности с химией. В связи с этим на учебном материале химических дисциплин может быть реализована задача по формированию предметной экологической компетенции. Во многом этому способствуют содержательные связи экологии и химии. В настоящей работе нами показаны содержательные взаимосвязи экологии с общей и неорганической химией, которые могут быть одним из средств, содействующих формированию экологической компетенции.

Дисциплина «Общая и неорганическая химия» является химической дисциплиной, которая закладывает фундамент всей системы химических знаний будущих учителей химии. Именно с этой дисциплины начинается изучение химической науки студентами 1-го курса специальности «Природоведческое образование (биология и химия)» – будущими учителями биологии и химии. Данная дисциплина способствует формированию у студентов не только знаний об основных понятиях, законах и теориях

химии, закономерностях строения и химического поведения веществ, связи между строением, физическими и химическими свойствами соединений, но и системного подхода и критического мышления.

Содержательные взаимосвязи общей и неорганической химии с экологией представлены в таблице.

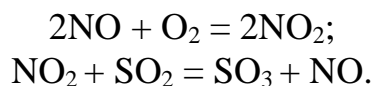
Таблица – Содержательные взаимосвязи дисциплины «Общая и неорганическая химия» с экологией

Тема учебной дисциплины «Общая и неорганическая химия»	Изучаемые вопросы
Строение атома и Периодическая система химических элементов	Использование ядерной энергии в мирных целях
Растворы электролитов	Значение постоянства величины рН в химических и биологических процессах
	Роль гидролиза в химическом синтезе, биологических процессах и процессах выветривания минералов и горных пород
Окислительно-восстановительные реакции	Значение окислительно-восстановительных реакций в живой и неживой природе
Комплексные соединения	Значение процессов комплексообразования в химии и биологии
Элементы 17 группы Периодической системы	Охрана окружающей среды от загрязнения хлором. Понятие о предельно допустимых концентрациях (ПДК) вредных веществ. ПДК хлора. Хладагенты
Элементы 16 группы Периодической системы	Физиологическое действие сероводорода, его ПДК
	Производство серной кислоты и проблема охраны окружающей среды
Элементы 15 группы Периодической системы	Охрана окружающей среды от загрязнения оксидами азота

Приведенные в таблице примеры содержательных взаимосвязей общей и неорганической химии с экологией свидетельствуют о взаимобусловленности химических и экологических факторов.

Например, при изучении производства серной кислоты отмечается, что в нитрозном способе оксид серы (IV) окисляется в оксид серы (VI) в присутствии оксида азота (II).

Характеризуются химические реакции, протекающие при этом:



Отмечается, что оксиды азота являются токсичными соединениями, что является одним из недостатков нитрозного способа производства серной кислоты.

При изучении водородного показателя внимание студентов акцентируется на том, что постоянство величины рН имеет большое значение в химических и биологических процессах, так как в зависимости от рН эти процессы могут протекать с различной скоростью и в разных направлениях. Постоянство рН биологических жидкостей является одной из важнейших констант внутренней среды живых организмов.

Таким образом, знание химизма процессов, лежащих в основе функционирования биологических систем, понимание влияния химических факторов на экологические процессы способствуют реализации фундаментальной и практико-ориентированной подготовки будущих специалистов. Неслучайно в качестве одной из целей обучения химии указывают «воспитание готовности к реализации стратегии устойчивого развития, убежденности в необходимости использования для этого потенциала химии при изучении природы для выработки рекомендаций по рациональному природопользованию и созданию оптимальных условий существования и развития человечества» [3, с. 275]. Глубокое изучение вопросов, лежащих в основе какого-либо химического процесса или явления, умение разобраться в его сущности свидетельствуют о том, что опасна не химия сама по себе, а те последствия, которые могут возникнуть из-за неправильного применения веществ и химических реакций, технологических ошибок, допущенных на химических производствах, и т. д.

Список использованной литературы

1. Ермаков, Д. С. Экологическая компетенция учащихся: содержание, структура, особенности формирования / Д. С. Ермаков // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Психология и педагогика. – 2008. – № 1. – С. 86–91.

2. Кишко, А. А. Формирование экологической компетенции учащихся в системе актуальных задач современной школы / А. А. Кишко // Диверсификация педагогического образования в условиях развития информационного общества : материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию Бел. гос. ун-та, Минск, 19 нояб. 2021 г. / Бел. гос. ун-т, редкол.: Д. Г. Медведев (гл. ред.) [и др.]. – Мн. : БГУ, 2022. – С. 287–292.

3. Мычко, Д. И. Вопросы методологии и истории химии: от теории научного метода к методике обучения : пособие / Д. И. Мычко. – Мн. : БГУ, 2014. – 295 с.

[К содержанию](#)

УДК 372.854:502/504

О. А. КОНОПАЦКАЯ¹, Н. С. СТУПЕНЬ²

¹Беларусь, Брест, средняя школа № 28 г. Бреста

²Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

МЕТОДИКА МОДЕЛИРОВАНИЯ РАСЧЕТНЫХ ЗАДАЧ ПО ХИМИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ ДЛЯ УЧРЕЖДЕНИЙ ОБЩЕГО СРЕДНЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Актуальность. В условиях современной экологической ситуации возникает необходимость формирования экологической культуры учащихся. Эта проблема решается путем экологизации учебных предметов естественно-научного цикла (химия, биология, география) [1].

В задачи учебного предмета «Химия» входит формирование экологической культуры учащихся [2], однако для полной реализации этой задачи теоретического изучения материала, представленного в учебниках, недостаточно. Существующие параграфы экологической тематики формируют общее понимание проблем, но не обеспечивают овладения навыками их количественного анализа. Таким образом, актуальной задачей для педагога является разработка расчетных задач, направленных на формирование у учащихся умения применять химические знания для оценки реального воздействия промышленности на окружающую среду.

Цель – разработать для учреждений общего среднего образования и методически обосновать алгоритм моделирования расчетных задач по химии экологической направленности с использованием данных мониторинга выбросов загрязняющих веществ от промышленных предприятий.

Материалы и методы. В качестве материалов использовали общие данные мониторинга выбросов промышленных предприятий Лунинецкого района (ОАО «Полимер», филиал ОАО «Берестейский пекарь» Лунинецкий хлебозавод) и учебную программу по химии (8–11 класс). Для разработки и обоснования методики применили теоретический анализ научно-методической, образовательно-экологической литературы, а также проектирование и дидактическую адаптацию экологических данных для моделирования условий расчетных задач.

Результаты исследований. Анализ учебной программы и содержания учебников по химии для 8–11 классов показал, что применение расчетных задач с экологическим содержанием возможно практически в каждой теме. Основой для моделирования задач послужили данные мониторинга выбросов загрязняющих веществ от промышленных предприятий Лунинецкого района.

Для моделирования задач по химии с экологическим содержанием могут быть использованы классические типы расчетных задач, адаптированные для анализа данных мониторинга: вычисление количества вещества, массы или объема продукта реакции; расчет массовой доли выхода продукта или примесей; определение избытка и недостатка реагентов; установление формулы вещества по продуктам его взаимодействия с окружающей средой.

Мы разработали и методически обосновали алгоритм моделирования расчетных задач по химии экологической направленности с использованием данных мониторинга выбросов загрязняющих веществ (таблица).

Таблица – Этапы моделирования расчетных задач по химии с использованием данных мониторинга выбросов загрязняющих веществ

№ п/п	Содержание этапа	Методическое обоснование
1	Определение темы программы и класса с учетом уровня подготовки учащихся	Обеспечивает интеграцию экологического компонента в обязательное содержание образовательного процесса
2	Выбор загрязняющего вещества на основе данных мониторинга с указанием источника и воздействия на окружающую среду	Формирует представление о реальных экологических проблемах и химической природе загрязнений, связывая теорию с практикой
3	Подбор соответствующего типа расчетной задачи, направленного на формирование конкретных предметных умений	Обеспечивает соответствие содержания задачи образовательным стандартам и учебным целям изучаемой темы
4	Создание условия с экологической ситуацией, используя данные мониторинга соответствующего загрязняющего вещества	Формирует опыт применения химических знаний для оценки антропогенного воздействия на окружающую среду, развивая экологическое мышление
5	Оценка соответствия задачи программным требованиям и доступности формулировки	Обеспечивает качество и эффективность создаваемого дидактического материала

В качестве примера были разработаны три задачи различных типов на основе данных мониторинга выбросов загрязняющих веществ от промышленных предприятий Лунинецкого района для учащихся 9-го класса по теме «Неметаллы».

Тип 1. Задача на вычисление массы продукта реакции. В 2023 г. выбросы оксида углерода (II) от промышленного предприятия «Лунинецкий хлебозавод» составили 8,055 т. Рассчитайте, какая масса углекислого газа (CO₂) может образоваться в атмосфере при полном окислении этого количества угарного газа.

Задача направлена на отработку ключевого навыка – проведения стехиометрических расчетов по уравнению реакции. Экологический контекст демонстрирует взаимосвязь химических процессов в окружающей среде.

Тип 2. Задача на определение избытка и недостатка реагентов. На хлебозаводе в процессе производства образуются выбросы аммиака. Для оценки эффективности системы очистки рассчитайте, достаточно ли 500 кг 20 %-го раствора серной кислоты для нейтрализации 15 кг аммиака, и определите массу непрореагировавшего реагента.

Задача демонстрирует практическое применение расчетов на избыток-недостаток реагентов для экологической оценки эффективности системы очистки промышленных выбросов.

Тип 3. Комбинированная задача на расчет объема газа и массы реагента. На предприятии «Полимер» при термообработке пластика в системе воздушного охлаждения образуется диоксид азота. В 2024 г. выбросы NO_2 составили 0,037 т. Рассчитайте, какой объем кислорода потребовался для образования этого количества диоксида азота и какую массу раствора гидроксида натрия ($w(\text{NaOH}) = 15\%$) необходимо использовать для его нейтрализации.

Задача развивает навыки комбинированных расчетов, связывая экологическую проблему с химическими вычислениями.

Заключение. На основе данных мониторинга выбросов загрязняющих веществ разработан алгоритм моделирования расчетных задач по химии экологической направленности. Предложенный подход включает алгоритм создания практико-ориентированных заданий с региональным компонентом. Разработанные материалы позволяют формировать у учащихся умения применять химические знания для оценки антропогенного воздействия на окружающую среду и могут быть использованы учителями химии учреждений общего среднего образования для формирования экологической культуры учащихся.

Список использованной литературы

1. Попов, А. М. Экологизация школьного курса химии / А. М. Попов, Л. А. Мистюкова // Омский научный вестник. – 2002. – № 20. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologizatsiya-shkolnogo-kursa-himii-1> (дата обращения: 05.10.2025).

2. Учебная программа по учебному предмету «Химия» для VII–IX классов учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования : утв. постановлением М-ва образования Респ. Беларусь от 29 июля 2025 г. № 132. – URL: <https://adu.by/images/2025/08/12/Khimiya-7-9.pdf> (дата обращения: 11.10.2025).

К содержанию

УДК 574.24:547.8

О. В. КОРЗЮК

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДЕЙСТВИЯ БРАССИНОСТЕРОИДОВ НА РОСТ АМАРАНТА

Экзогенное применение веществ гормональной природы имеет большой потенциал при использовании в устойчивом сельском хозяйстве для обеспечения продовольственной безопасности, предлагая пути для повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Обладая плеiotропным эффектом, фитогормоны совместно координируют и регулируют рост и развитие растений, способствуя адаптации к динамическим условиям окружающей среды и защите от абиотических и биотических стрессоров.

Важнейшим классом фитогормонов являются брассиностероиды, которые участвуют в процессах регуляции роста и развития, размножения растений, а также реакциях на стресс, усиливая защиту от различных стрессовых факторов. Они способны вызывать сдвиги в гормональном балансе других эндогенных гормонов, что свидетельствует о сложных механизмах их регуляторной роли в клетках растений. Понимание точных механизмов сигнально-регуляторной роли брассиностероидов и модификаций биосинтетического потенциала растительных клеток под их воздействием открывает широкий спектр возможностей в процессах регуляции роста и развития культурно-декоративных растений [1].

Амарант – род однолетних растений, относящийся к семейству амарантовых (*Amaranthaceae*), включает в себя около 75 видов. Произрастают амаранты преимущественно в теплых и умеренных зонах. Среди многочисленных представителей рода *Amaranthus* культивируются как овощные, кормовые, зерновые, лекарственные и декоративные растения 12 видов. Из них наиболее известны *Amaranthus caudatus*, *A. Cruentus*, *A. Tricolor* и *A. Retroflexus*. Амарант отличается высокой продуктивностью, устойчивостью к стрессовым факторам окружающей среды [2]. В связи с этим исследования, посвященные выявлению закономерностей влияния внекорневой обработки конъюгатами эпикастастерона с кислотами на морфометрические параметры амаранта трехцветного в вегетационном лабораторном опыте (в почвогрунте), представляются крайне актуальными в современной физиологии растений.

Для оценки влияния внекорневой обработки 24-эпикастастерона (далее – ЭК) и его конъюгатов с кислотами 2-моносалицилат 24-эпикастастерона (далее – S23) и тетраиндолилацетат 24-эпикастастерона

(далее – S31) на морфометрические параметры роста амаранта трехцветного сорта Бразильский карнавал были использованы следующие варианты опыта:

- 1) вода (контроль);
- 2) ЭК с концентрацией 10^{-11} М;
- 3) S23 с концентрацией 10^{-10} М;
- 4) S31 с концентрацией 10^{-8} М.

Для оценки влияния конъюгатов природных брассиностероидов с кислотами на морфометрические параметры роста амаранта трехцветного сорта Иллюминация были использованы следующие варианты опыта:

- 1) вода (контроль);
- 2) ЭК с концентрацией 10^{-8} М;
- 3) S23 с концентрацией 10^{-11} М;
- 4) S31 с концентрацией 10^{-11} М.

Работа выполнена в рамках НИР «Оценка влияния природных брассиностероидов и их конъюгатов с кислотами на морфометрические и физиолого-биохимические параметры сельскохозяйственных и декоративных растений» подпрограммы «Химические основы процессов жизнедеятельности» (Биооргхимия) ГПНИ «Химические процессы, реагенты и технологии, биорегуляторы и биооргхимия» на 2021–2025 гг. (№ ГР 20211450 от 20.05.2021).

Проведенные исследования показали, что действие внекорневой обработки раствором ЭК в концентрации 10^{-11} М приводило к увеличению длины корня и побега амаранта трехцветного сорта Бразильский карнавал по сравнению с контрольными растениями (таблица). Так, длина корня увеличилась на 33,6 %, а побега – 23,9 %. При обработке раствором S23 в концентрации 10^{-10} М у растений амаранта наблюдалось незначительное увеличение длины корня по сравнению с контрольными растениями на 11,9 %, а побега – на 31,2 %. Использование S31 в концентрации 10^{-8} М также привело к увеличению длины корня и побега. Длина корня увеличилась на 18,7 %, а побега на 30,2 % соответственно.

При внекорневой обработке амаранта трехцветного сорта Иллюминация раствором ЭК в концентрации 10^{-8} М и дальнейшем проращивании у растений наблюдалось увеличение длины корня на 16,5 % по сравнению с контрольными растениями, а длина побега увеличилась на 19,8 %. Обработка растений раствором S23 в концентрации 10^{-11} М также приводила к увеличению длины корня на 31,6 % и длины побега на 42,9 % по сравнению с контрольными растениями. Аналогичная ситуация наблюдалась и при действии на растения S31 в концентрации 10^{-11} М. Длина корней увеличивалась на 30,1 % и длина побегов – на 24,4 % соответственно (таблица).

Таблица – Влияние внекорневой обработки конъюгатами эпикастастерона с кислотами на морфометрические параметры амаранта трехцветного в вегетационном лабораторном опыте (почвогрунте)

Вариант опыта	Корень		Побег	
	длина, мм	% к контролю	длина, мм	% к контролю
Сорт Бразильский карнавал				
Контроль	50,28 ± 5,1	–	45,68 ± 3,3	–
ЭК, 10 ⁻¹¹ М	67,16 ± 4,0	133,6	56,6 ± 3,8	123,9
S23, 10 ⁻¹⁰ М	56,28 ± 3,7	111,9	59,92 ± 3,4**	131,2
S31, 10 ⁻⁸ М	59,68 ± 4,3	118,7	59,48 ± 3,5**	130,2
Сорт Иллюминация				
Контроль	63,72 ± 3,9	–	61,56 ± 2,8	–
ЭК, 10 ⁻⁸ М	74,2 ± 5,3	116,5	73,76 ± 3,2	119,8
S23, 10 ⁻¹¹ М	83,88 ± 4,6**	131,6	87,96 ± 3,0***	142,9
S31, 10 ⁻¹¹ М	82,9 ± 3,8**	130,1	76,56 ± 3,5**	124,4

Примечание: * – достоверно при $P \leq 0,05$; ** – при $P \leq 0,01$; *** – при $P \leq 0,001$.

Таким образом, по результатам вегетационного лабораторного опыта можно сделать следующие выводы.

1. Наиболее эффективна внекорневая обработка для амаранта трехцветного сорта Бразильский карнавал раствором S23 в концентрации 10⁻¹⁰ М, оказывающая наибольший достоверный эффект на рост побега. Внекорневая обработка раствором ЭК в концентрации 10⁻¹¹ М также способствует росту корней и побегов растений амаранта трехцветного сорта Бразильский карнавал, но результаты не достоверны.

2. Для сорта Иллюминация наиболее эффективна внекорневая обработка раствором S23 в концентрации 10⁻¹¹ М, оказывающая наибольший достоверный эффект на его морфометрические параметры.

Список использованной литературы

1. Каленчук, Т. В. Применение фитогормонов отечественного производства на цветочно-декоративных культурах в условиях Беларуси : метод. рекомендации / Т. В. Каленчук. – Пинск : ПолесГУ, 2017. – 46 с.

2. Таипова, Р. М. Амарант: особенности культуры, применение, перспективы возделывания в России и создания трансгенных отечественных сортов / Р. М. Таипова, Б. Р. Кулуев // Биомика. – 2015. – Т. 7, № 4. – С. 284–299.

К содержанию

УДК 633.367:632.483:632.935.7:632.954

Р. В. КОРПАНОВ

Беларусь, Минский район, аг. Прилуки, Институт защиты растений

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОГРАНИЧЕНИЯ ЭКСПАНСИИ МНОГОЛЕТНЕГО ЛЮПИНА КАК ИСТОЧНИКА ИНФЕКЦИИ АНТРАКНОЗА

Антракноз – одна из причин уменьшения посевных площадей люпина во всех люпинасеющих странах мира [1]. Наиболее агрессивным возбудителем заболевания, вызывающим эпифитотийное развитие антракноза люпина (желтого, узколистного и многолетнего), является гриб *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz & Sacc. [2].

По данным Главной государственной инспекции по семеноводству, карантину и защите растений, основным источником инфекции антракноза люпина в Беларуси являются семена. Количество первичных очагов инфекции в начале вегетации культуры, от которых происходит заражение здоровых растений на ранних стадиях их развития, пропорционально степени инфицированности семян в партии. Поэтому в соответствии с требованиями наличие зараженных семян не допускается на всех этапах воспроизводства [3].

Предпосевное обеззараживание семян (протравливание) – обязательный прием в технологии возделывания люпина для подавления внутренней и наружной семенной инфекции. При правильном подборе протравителя протравливанием достигается обеззараживание семян и предотвращение поступления почвенной инфекции антракноза в начальный период роста и развития растений люпина. Так как абсолютно устойчивых к антракнозу районированных сортов люпина пока нет, РУП «Институт защиты растений» в фазу 4–6 листьев рекомендует профилактическую обработку препаратами, включенными в Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь, период защитного действия которых составляет 7–21 день в зависимости от складывающихся погодных условий, способствующих распространению вторичной инфекции возбудителя заболевания воздушно-капельным путем посредством ветра и осадков, а также оптимальной температуры 20–27 °С и влажности воздуха 80–90 %, необходимых для развития патологического процесса, после чего фунгицидную обработку повторяют [2; 4]. Следует отметить, что механические повреждения растений люпина, наносимые сельскохозяйственной техникой, скотом или дикими животными, способствуют инфицированию посевов. В период

«всходы – бутонизация» люпин является привлекательным кормом для диких животных (зайцев, коз, оленей). «Лохматый нулевой пациент» в период репродуктивной фазы заболевания растения хозяина является переносчиком и распространителем инфекции при питании животных в посевах («лохматая инвазия»).

«Лохматая инвазия» – процесс передачи (заражения) и распространения возбудителя (ей) заболевания (ий) флоры от резерватора инфекции в аграрную или природную экосистему представителем (ями) фауны.

Цель работы – оценить возможность ограничения экспансии люпина многолетнего (*Lupinus polyphyllus* Lindl.) как источника инфекции антракноза.

Так как процесс инфицирования возбудителем и развития антракноза происходит на молодой растущей люпиновой ткани, важно в люпиносеющих хозяйствах в мае – июне до стадии огрубления стеблей и бобов культуры обеспечить контроль растения хозяина (люпина многолетнего) в местах его резервата (обочины автомобильных и внутрихозяйственных дорог, откосы железнодорожных путей, земли несельскохозяйственного назначения и другие территории) механическим (с помощью косилок роторного типа, почвенных фрез, мульчеров, ротаторов и т. д.) или химическим методом с помощью гербицидов.

Смещение биологического цикла развития антракноза на растении-хозяине с помощью механического метода путем подкашивания или воздействием почвенных фрез, мульчеров и т. д. позволит культурному люпину пройти уязвимый период (всходы – бобообразование) для инфицирования посевов.

Практический интерес представляет изучение биологической эффективности общеистребительных глифосатсодержащих продуктов «Вольник, ВР» (глифосат, 540 г/л) ООО «Франдеса», Беларусь и «Аргумент Стар, ВР» (540 г/л глифосата кислоты в виде калийной соли) Шандонг Вейфанг Рейнбоу Кемикал Ко, Лтд, Китай и избирательного противодудольного гербицида «Деймос, ВРК» (дикамба, 480 г/л) АО фирма «Август», Россия против люпина многолетнего. В 2023–2024 гг. были заложены опыты в производственных условиях на землях несельскохозяйственного назначения с плотностью произрастания люпина многолетнего 6,7–68,7 шт/м², высотой 10–60 см по изучению биологической эффективности данных гербицидов. Учет засоренности выполнялся гибридным методом учета в соответствии с методикой проведения регистрационных испытаний гербицидов.

Через месяц после применения гербицида «Вольник, ВР» (2,0–3,9 л/га) гибель люпина многолетнего составила 62,1–100 %, вегетативная масса уменьшилась на 93,8–100 %. К моменту второго учета (через 2 месяца после внесения) гибель люпина многолетнего составила 71,9–87,7 %, вегетативная масса снизилась на 84,1–99,7 %. В эталонных вариантах «Вольник Супер, ВР» (2,0–3,9 л/га) при первом учете его гибель составила

44,8–100 % (по численности) и 88,1–100 % (по массе); при втором учете – 54,4–89,5 % и 86,7–98,8 % соответственно (таблица 1).

Таблица 1 – Эффективность гербицида «Вольник, ВР» против люпина многолетнего на землях несельскохозяйственного пользования (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2023 г.)

Учет	Высота растений на момент обработки, см	Вариант без применения гербицидов*	Вольник Супер, ВР – 2,0 л/га (эталон 1)	Вольник Супер, ВР – 3,9 л/га (эталон 2)	Вольник, ВР – 2,0 л/га	Вольник, ВР – 3,9 л/га
Гибель, % к варианту без применения гербицидов						
Через 1 мес.	10–60	19,3	44,8	100	62,1	100
Через 2 мес.		38,0	54,4	89,5	71,9	87,7
Снижение массы, % к варианту без применения гербицидов						
Через 1 мес.	10–60	2479,7	88,1	100	93,8	100
Через 2 мес.		2538,0	86,7	98,8	84,1	99,7

Примечание – * – в варианте без применения гербицидов численность золотарника канадского и люпина многолетнего (шт/м²) и масса (г/м²).

Применение гербицида «Аргумент Стар, ВР» 1,8–2,6 л/га через месяц после внесения обеспечило снижение численности люпина многолетнего на 48,9–72,3 % (массы – на 78,6–86,2 %); через 2 месяца после внесения его гибель составила 58,0–69,0 % по численности и 85,2–91,6 % по массе. В эталонных вариантах «Торнадо 540, ВР» (1,8–2,6 л/га) численность люпина многолетнего через месяц после внесения снизилась на 68,1–83,0 %, масса – на 88,0–96,2 %; через 2 месяца его гибель составила 72,5–81,2 % по численности и 96,8–97,7 % по массе (таблица 2).

Таблица 2 – Эффективность гербицида «Аргумент Стар, ВР» против люпина многолетнего на землях несельскохозяйственного пользования (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2023 г.)

Учет	Высота растений на момент обработки, см	Вариант без применения гербицидов*	Торнадо 540, ВР – 1,8 л/га (эталон 1)	Торнадо 540, ВР – 2,6 л/га (эталон 2)	Аргумент Стар, ВР – 1,8 л/га	Аргумент Стар, ВР – 2,6 л/га
Гибель, % к варианту без применения гербицидов						
Через 1 мес.	10–60	31,3	68,1	83,0	48,9	72,3
Через 2 мес.		46,0	81,2	72,5	58,0	60,9
Снижение массы, % к варианту без применения гербицидов						
Через 1 мес.	10–60	2107,3	88,0	96,2	78,6	86,2
Через 2 мес.		2291,7	97,7	96,8	85,2	91,6

Примечание – * в варианте без применения гербицидов численность золотарника канадского и люпина многолетнего (шт/м²) и масса (г/м²).

При внесении гербицида «Деймос, ВРК» 3,0 л/га (дикамба, 480 г/л) в 2023 г. численность люпина многолетнего через месяц после внесения снизилась на 60,5 % (масса – на 84,1 %). Через 2 месяца после внесения данного гербицида численность люпина многолетнего уменьшилась на 74,2 % (масса – на 89,1 %). В эталонном варианте «Магнум, ВДГ» (100 г/га) через месяц после применения люпин многолетний погиб на 13,2 % (по численности) и на 67,6 % (по массе). При учете через 2 месяца в эталоне гибель люпина многолетнего составила 56,1 % (по численности) и 59,9 % (по массе) (таблица 3).

Таблица 3 – Эффективность гербицида «Деймос, ВРК» против люпина многолетнего на землях несельскохозяйственного пользования (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2023–2024 гг.)

Год	Учет	Высота растений на момент обработки, см	Вариант без применения гербицидов*	Магнум, ВДГ – 100 г/га (эталон 1)	Деймос, ВРК – 2,6 л/га
2023	Гибель, % к варианту без применения гербицидов				
	Через 1 мес.	10–60	25,3	13,2	60,5
	Через 2 мес.		44,0	56,1	74,2
	Снижение массы, % к варианту без применения гербицидов				
	Через 1 мес.	10–60	1934,0	67,6	84,1
	Через 2 мес.		2097,0	59,9	89,1
2024	Гибель, % к варианту без применения гербицидов				
	Через 1 мес.	10–60	49,3	79,3	87,8
	Через 2 мес.		43,3	96,6	93,9
	Снижение массы, % к варианту без применения гербицидов				
	Через 1 мес.	10–60	2955,3	91,3	92,9
	Через 2 мес.		3416,7	98,1	97,8

Примечание – * в варианте без применения гербицидов численность золотарника канадского и люпина многолетнего (шт/м²) и масса (г/м²).

В 2024 г. через месяц после применения гербицида «Деймос, ВРК» 3,0 л/га (дикамба, 480 г/л) снижение численности люпина многолетнего составило 87,8 % (массы – 92,9 %) при снижении численности люпина многолетнего в эталонном варианте на 79,3 %, массы – на 91,3 %; через 2 месяца после внесения «Деймос, ВРК» 3,0 л/га гибель люпина многолетнего составила 93,9 %, его вегетативная масса снизилась на 97,8 %. В эталонном варианте люпин многолетний через 2 месяца погиб на 96,6 % (по численности) и на 98,1 % (по массе).

Таким образом, регулирование численности люпина многолетнего как источника антракноза в антропогенных экосистемах возможно механическим и химическим методами. Также может помочь контроль

экспансии, который позволит снизить вероятность вторичного заражения антракнозом посевов культурного люпина путем пространственного перемещения его возбудителя. Кроме того, в связи с многократным применением глифосатсодержащих гербицидов на землях несельскохозяйственного назначения регистрация дикамбосодержащего гербицида «Деймос, ВРК» для применения на этих территориях позволяет планировать антирезистентные мероприятия.

Список использованной литературы

1. Кунгурцева, О. В. Методы мониторинга антракноза люпина / О. В. Кунгурцева // Методы мониторинга и прогноза развития вредных организмов. – СПб. : ВИЗР, 2002. – С. 75–81.

2. Сорока, С. В. Защита люпина узколистного от антракноза в условиях Республики Беларусь / С. В. Сорока, А. А. Запрудский, Г. И. Гаджиева // Наше сельское хозяйство. – 2018. – С. 127–136. – URL: http://izr.by/doc/rec8_18.pdf (дата обращения: 22.01.2024).

3. О подготовке посевного материала люпина // Государственное учреждение «Главная государственная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений» : [сайт]. – URL: <https://ggiskzr.by/news>. (дата обращения: 21.01.2024).

4. Купцов, Н. С. Антракноз люпина и как с ним бороться / Н. С. Купцов, В. Ч. Шор // Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь : [сайт]. – URL: <http://mshp.gov.by/> (дата обращения: 22.01.2024).

К содержанию

УДК 372.857:37.033

С. М. ЛЕНИВКО¹, В. И. БОЙКО²

¹Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

²Беларусь, Брест, БОИРО

КРАЕВЕДЧЕСКИЙ ПРИНЦИП В ФОРМИРОВАНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ГРАМОТНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

На всех ступенях системы образования в интересах устойчивого развития общества важным компонентом выступает экологическое образование. Получаемые экологические знания способствуют формированию экологического сознания, понимания того, что сохранность биосферы –

непременное условие не только существования, но и развития человечества. В связи с этим вопрос реализации краеведческого принципа в образовательном процессе не теряет своей актуальности, поскольку содействует устойчивому развитию культурного наследия через проявление экологического сознания.

Цель – обосновать необходимость реализации принципа краеведения в ряде тем учебного предмета «Биология» в 10-м классе как условия формирования функциональной экологической грамотности учащихся.

Содержание учебной программы по учебному предмету «Биология» для 10-го класса включает девять тем и ориентировано на формирование осмысленного понимания учащимися отношений организмов с окружающей средой, связи между человеком и природой через призму экологии. Это, в свою очередь, предполагает в качестве основного методического подхода в преподавании предмета использование научного подхода к обучению в сочетании с принципами аналитического осмысления действительности и навыками практического использования усвоенных знаний учащимися. Применение данного подхода оправданно, однако расширение функций предметного обучения выдвигает на первый план вопрос развития навыков, которые помогут учащимся не только адаптироваться в быстро меняющемся мире, но и станут отправной точкой в самостоятельном познании мира. Опираясь на мнение академика Д. С. Лихачёва о том, что краеведение лежит в основе формирования и наших научных знаний, и самых общих понятий о природе и обществе, о взаимосвязи времен, о путях освоения нового и сохранения прошлого, мы полагаем, что краеведческий принцип должен быть шире применен в педагогическом процессе [1].

Краеведческий принцип, основанный на стимулировании любознательности и познавательного интереса к родному краю, на воспитании гордости за свой народ и его земли, в организации предметного обучения реализуется через краеведческий подход – конкретный методический прием, который означает уточнение, конкретизацию, раскрытие и подтверждение научных понятий фактами окружающей действительности. Педагогическое значение краеведения заключается в том, чтобы привлечь учащихся к всестороннему изучению своей местности, тем самым обеспечить понимание связи региональных, национальных и глобальных аспектов современных экологических проблем и охраны природы.

Формами реализации краеведческого принципа могут быть:

– проведение уроков с использованием краеведческого материала, который может быть иллюстрацией того или иного теоретического положения;

- подготовка, презентация и заслушивание докладов на определенную тематику с упором на проблемы в своей местности;
- круглые столы, дискуссии, ролевые игры, в ходе которых обсуждаются основные проблемы края;
- проведение экскурсий;
- организация и проведение исследовательских работ, научно-теоретических и научно-практических конференций, в которых учащиеся могут объединить краеведческие материалы с теоретическими знаниями о естественных компонентах и закономерностях развития в регионе.

Поливариантное использование обозначенных форм позволит реализовать установки краеведческого принципа «от близкого к далекому, от легкого к трудному», вести обучающихся от доступных фактов к обобщениям и выводам. Кроме того, создаст условия для формирования чувств патриотизма и гражданской ответственности, поскольку полноценное чувство малой родины позволяет ученику осознать свою принадлежность к большой родине. В 10-м классе основными рекомендуемыми разделами, в которых биологические явления и процессы обосновываются с помощью конкретных региональных фактов и примеров, могут быть следующие. В главе «Организм и среда» целесообразно включение вопросов краеведческого содержания путем диффузного распределения его по темам «Приспособления растений и животных к различным температурным условиям среды», «Приспособления растений к различному водному режиму», «Приспособления живых организмов к сезонным ритмам условий среды обитания». В главах «Человек в окружающей среде», «Экосистема – основная единица биосферы», «Человек и биосфера» знания регионального компонента целесообразно равномерно распределить по всем темам. Также в главе «Человек в окружающей среде» имеется ряд тем («Основные химические загрязнители окружающей среды», «Пути загрязнения пищевых продуктов и контроль их безопасности»), раскрытие которых будет более эффективным при организации экскурсии по теме «Контроль за качеством питьевой воды» или «Контроль радиоактивного загрязнения пищевых продуктов» в лабораторию контроля качества воды или лабораторию радиационного контроля соответственно.

Таким образом, включение вопросов краеведческого содержания в ряд тем предмета «Биология» в 10-м классе будет способствовать не только реализации синтетического принципа изложения материала, но и повышению эффективности трансформации экологических знаний в экологическую компетентность и экологическую культуру личности обучающегося. В свою очередь, вопросы педагогического краеведения должны стать обязательным компонентом профессионального роста учителя биологии. Полученные в ходе анкетирования российскими

коллегами результаты свидетельствуют о положительной мотивации большинства педагогов к расширению диапазона знаний по педагогическому краеведению как действенному механизму, обеспечивающему трансляцию в локально-региональных пространствах образовательной среды историко-краеведческих знаний в целях воспитания подрастающего поколения [2].

Список использованной литературы

1. Лихачёв, Д. С. Краеведение как наука и как деятельность / Д. С. Лихачёв // Русская культура. – М. : Искусство, 2000. – С. 159–173.
2. Иванищева, Н. А. Новый формат педагогического краеведения в профессиональном росте учителя будущего: от осмысления к трансляции / Н. А. Иванищева, Л. Г. Пак, Л. А. Кочемасова // Education and Self Development. – 2022. – Vol. 17, № 2. – DOI: 10.26907/esd.17.2.21.

[К содержанию](#)

УДК 372.854

С. Н. ЛЕШИК

Беларусь, Ляховичский район, аг. Малое Городище,
Малогородищенская средняя школа

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ УЧАЩИХСЯ КАК ИНСТРУМЕНТ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Современное экологическое образование в учреждениях общего среднего образования Республики Беларусь представляет собой не только процесс передачи учащимся систематизированных знаний об окружающей среде, но и целенаправленную деятельность по формированию исследовательских компетенций, критического мышления и ценностного отношения к окружающей среде. В условиях глобальных экологических вызовов и возрастающей антропогенной нагрузки на экологические системы особое значение приобретает подготовка школьников к осознанному восприятию экологической информации, умению анализировать ее достоверность и практическую значимость, а также к выработке ответственного поведения по отношению к природной среде.

Формирование экологической культуры невозможно ограничить исключительно теоретическим изучением учебного материала. Оно требует включения учащихся в активную познавательную деятельность, моделирующую реальные научные практики и позволяющую школьникам

выступать в роли исследователей. Именно поэтому проектно-исследовательская деятельность рассматривается как один из наиболее эффективных инструментов экологического образования. Она обеспечивает интеграцию знаний из различных областей естествознания, формирует навыки постановки проблемы, выдвижения гипотез, выбора адекватных методов исследования и интерпретации полученных результатов.

Вовлечение школьников в исследовательскую работу способствует развитию у них способности к самостоятельному поиску информации, критическому осмыслению научных и нормативных источников, а также к применению полученных знаний для анализа конкретных экологических ситуаций. Такой подход позволяет соединить учебный процесс с решением реальных задач, имеющих практическую значимость для местного сообщества. Например, изучение состояния атмосферного воздуха вблизи промышленного предприятия или проведение эксперимента по акклиматизации новых сельскохозяйственных культур в условиях региона не только расширяет кругозор учащихся, но и формирует понимание взаимосвязи между научным знанием и жизнью общества.

Опыт Малогородищенской средней школы Ляховичского района наглядно демонстрирует, что организация исследовательской деятельности учащихся может быть успешно построена на основе анализа локальных экологических проблем и проведения экспериментальных исследований. Такой подход придает практическую значимость образовательной деятельности и усиливает ее воспитательный эффект.

Показательным примером является исследовательская работа, посвященная экологической оценке выбросов предприятия ОАО «Ляховичский льнозавод». В ходе проекта был проведен комплексный анализ состава загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу в результате производственной деятельности. Рассматривались как основные источники выбросов, так и их возможные последствия для здоровья населения и состояния окружающей среды. Особое внимание уделялось сопоставлению фактических данных мониторинга с установленными нормативами предельно допустимых концентраций. Такой сравнительный анализ позволил выявить потенциальные экологические риски и сформулировать выводы о степени воздействия предприятия на экологическую ситуацию в районе. Важным результатом стало то, что работа носила не только познавательный, но и прикладной характер: ее материалы были представлены в форме научного доклада, вызвали интерес у местного сообщества и способствовали повышению экологической осведомленности.

Не менее значимым является другой исследовательский проект, посвященный эксперименту по культивированию люффы цилиндрической (*Luffa cylindrica*) в условиях Ляховичского района. Основная цель

заклучалась в определении возможности прохождения культурой полного цикла развития при использовании универсального грунта. В процессе работы были проведены фенологические наблюдения за ростом и развитием растений, дана оценка влияния климатических условий региона на их вегетацию, а также выполнена характеристика универсального грунта как субстрата для выращивания теплолюбивых культур. Несмотря на объективные климатические ограничения, эксперимент позволил выявить адаптационный потенциал люффы и обозначить перспективы ее использования в качестве источника экологически чистого растительного сырья, востребованного в быту и малом предпринимательстве.

Оба проекта в совокупности демонстрируют высокую значимость исследовательской деятельности учащихся как средства экологического образования. Она способствует формированию у школьников умений анализа и синтеза информации, развитию навыков работы с научной литературой, нормативными документами и статистическими данными, а также освоению методов наблюдения, экспериментальной постановки и обработки результатов. Важным педагогическим эффектом является то, что учащиеся тренируются не только фиксировать факты, но и интерпретировать их в контексте экологической безопасности и устойчивого развития.

Таким образом, исследовательская деятельность школьников в области экологии выступает не только как дополнительный элемент учебного процесса, но и как системообразующий инструмент формирования экологической культуры и ответственного отношения к окружающей среде. Она обеспечивает интеграцию теоретических знаний и практических умений, позволяя учащимся осознавать взаимосвязь между глобальными экологическими проблемами и локальными проявлениями антропогенного воздействия. Включение школьников в исследовательские проекты способствует развитию у них способности к самостоятельному анализу экологических ситуаций, формированию критического мышления и выработке навыков принятия решений в условиях неопределенности.

Особое значение имеет то, что подобная деятельность позволяет соединить учебный процесс с реальными проблемами региона. Исследования, направленные на оценку состояния атмосферного воздуха, почв или биологического разнообразия, формируют у учащихся понимание того, что экологические вызовы имеют непосредственное отношение к их повседневной жизни и здоровью местного сообщества. Это усиливает мотивацию к изучению естественно-научных дисциплин, так как знания приобретают прикладной характер и воспринимаются как инструмент решения конкретных задач.

Не менее важным является профориентационный аспект. Участие в исследовательских проектах позволяет школьникам познакомиться

с методами работы в области биологии, экологии, химии и смежных наук, что способствует осознанному выбору будущей профессиональной траектории. Таким образом, исследовательская деятельность выполняет функцию ранней профессиональной социализации, формируя интерес к научной и практической экологической деятельности. В этом контексте исследовательская деятельность школьников может рассматриваться как важный компонент национальной стратегии экологического образования, обеспечивающий подготовку нового поколения, способного к осознанному и ответственному взаимодействию с окружающей средой. Опыт Малогородищенской средней школы подтверждает, что систематическая организация исследовательской работы учащихся обеспечивает не только образовательный, но и воспитательный эффект. Она способствует формированию у школьников ценностных установок, связанных с ответственным отношением к природе, развивает чувство сопричастности к решению экологических проблем современности и готовность к активному участию в деятельности, направленной на устойчивое развитие общества.

К содержанию

УДК 631.416.3:581.1.

С. Н. ЛЕШИК, И. В. БУЛЬСКАЯ

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

ЗАСОЛЕНИЕ ПОЧВ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА РОСТ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КРЕСС-САЛАТА (*LERIDIUM SATIVUM* L.)

Засоление почв в последние десятилетия рассматривается как одна из наиболее серьезных угроз устойчивому развитию сельского хозяйства [1]. Вторичное засоление возникает в результате нерационального орошения, использования минерализованных вод, нарушения дренажных систем. В условиях Беларуси проблема засоления не столь масштабна, как в засушливых регионах, однако локальные очаги встречаются в поймах рек, на осушенных землях, а также в тепличных хозяйствах, где высокая концентрация солей в субстрате может существенно ограничивать продуктивность культур [2].

В Брестской области, особенно на осушенных землях, отмечаются случаи вторичного засоления, вызванного нарушением дренажных систем и использованием минерализованных вод для полива. В тепличных хозяйствах региона также фиксируется повышение солевого фона субстратов, что напрямую отражается на росте овощных культур, включая кресс-салат.

Эти факторы делают изучение солевого стресса актуальным не только в глобальном, но и в локальном масштабе, что подчеркивает практическую значимость исследований для аграрного сектора Беларуси [3].

Кресс-салат (*Lepidium sativum* L.) является быстрорастущей зеленой культурой, которая традиционно используется в пищевых целях, но в то же время представляет собой удобный модельный объект для физиолого-экологических исследований. Его короткий вегетационный период, высокая скорость прорастания и чувствительность к изменениям условий среды позволяют использовать растение для оценки воздействия стрессовых факторов, включая засоление. В рамках лабораторных исследований кресс-салат широко используется как биоиндикатор качества почв и водных растворов, демонстрируя высокую чувствительность к солевому стрессу и позволяя моделировать физиологические реакции растений в контролируемых условиях [4].

Воздействие засоления на растения проявляется в комплексе физиологических и биохимических нарушений. Прежде всего это осмотический стресс, связанный с уменьшением доступности воды для клеток. При высоких концентрациях солей в почвенном растворе растения испытывают дефицит влаги, даже если почва визуально увлажнена. Дополнительно развивается ионный стресс, вызванный накоплением ионов натрия и хлора, которые нарушают ионный баланс и вытесняют из клеток калий и кальций. Эти процессы приводят к нарушению работы мембран, снижению активности ферментов и угнетению фотосинтеза. Важным следствием является также окислительный стресс, сопровождающийся образованием активных форм кислорода, повреждением липидов и белков, что в итоге снижает жизнеспособность растений [5].

У кресс-салата засоление проявляется уже на самых ранних стадиях онтогенеза, начиная с момента прорастания семян. При концентрации NaCl выше 50–100 мМ отмечается значительное замедление процесса прорастания, что связано с повышением осмотического давления в растворе и снижением доступности воды для зародыша. В результате семена дольше сохраняются в состоянии покоя, а энергия прорастания снижается. Одновременно наблюдается уменьшение длины первичных корешков, что ограничивает возможность растения закрепляться в субстрате и получать достаточное количество влаги и минеральных веществ. На последующих этапах развития формируется укороченная и менее разветвленная корневая система, которая не способна эффективно компенсировать дефицит влаги и питательных элементов. Это приводит к тому, что надземная часть растения развивается замедленно: побеги становятся тоньше, листья мельчают, а общая биомасса снижается. Листовые пластинки приобретают бледно-зеленую окраску, что связано с уменьшением содержания

фотосинтетических пигментов – хлорофилла а и b, а также каротиноидов. Снижение концентрации пигментов напрямую отражается на фотосинтетической активности. В совокупности эти изменения приводят к угнетению роста и снижению общей продуктивности растений [5].

Современные исследования демонстрируют значительные успехи в повышении устойчивости растений к засолению, в том числе за счет применения регуляторов роста, снижающих негативное действие солевого стресса. Так, обработка семян брассиностероидами продемонстрировала выраженный протекторный эффект: растения, подвергшиеся такой обработке, лучше сохраняли целостность клеточных мембран, активнее синтезировали антиоксидантные ферменты, что позволяло им эффективнее нейтрализовать активные формы кислорода и снижать уровень окислительного стресса [6]. Другим направлением является применение органических и минеральных мелиорантов. Внесение гипса способствует замещению ионов натрия на кальций в почвенном поглощающем комплексе, что улучшает структуру почвы. Органические удобрения, такие как перегной или компост, повышают буферную способность почвы.

Не менее важную роль играют агротехнические приемы, такие как капельное орошение и контроль солевого баланса за счет регулярного мониторинга электропроводности почвенного раствора и своевременного проведения промывных поливов. Использование сортов с повышенной устойчивостью к засолению также является одним из ключевых направлений, особенно в условиях глобального изменения климата. В мировой практике активно развиваются биотехнологические подходы: селекция и генетическая модификация растений, способных поддерживать ионный гомеостаз за счет более эффективного накопления калия и кальция, экспрессии генов антиоксидантной защиты и синтеза осмопротекторов, таких как пролин и глицин-бетаин [7].

Засоление почв остается актуальной проблемой, требующей комплексного подхода к ее решению. Кресс-салат является ценным модельным объектом, позволяющим изучать механизмы солеустойчивости и разрабатывать практические рекомендации для сельского хозяйства и экологического образования. Перспективы защиты от засоления включают создание сортов с повышенной устойчивостью, применение биостимуляторов и адаптацию агротехнических приемов к конкретным почвенно-климатическим условиям. Все это способствует формированию устойчивых агроэкосистем в условиях нарастающих климатических и антропогенных вызовов.

Список использованной литературы

1. Засоление почвы и его влияние на растения / В. В. Иванищев, Т. Н. Евграшкина, О. И. Бойкова, Н. Н. Жуков // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2020. – № 3. – С. 45–53.

2. Flowers, T. J. Salinity tolerance in halophytes / T. J. Flowers, T. D. Colmer // *New Phytologist*. – 2015. – Vol. 206. – P. 943–963.

3. Курлович, Л. И. Экологические аспекты засоления почв Беларуси / Л. И. Курлович // *Почвоведение и агрохимия*. – 2018. – № 2. – С. 33–40.

4. Савчук, С. С. Влияние засоления на рост и развитие овощных культур в условиях Беларуси / С. С. Савчук // *Веснік Брэсцкага ўніверсітэта. Серыя 5, Біялогія. Навукі аб Зямлі*. – 2019. – № 1. – С. 77–84.

5. Горбачев, В. В. Физиологические механизмы устойчивости растений к солевому стрессу / В. В. Горбачев, А. В. Козлов // *Агрохимия*. – 2017. – № 10. – С. 72–81.

6. Мержвинский, Л. М. Биотестирование качества почв с использованием кресс-салата / Л. М. Мержвинский // *Вестник Витебского государственного университета*. – 2021. – № 2. – С. 55–62.

7. Поддубная, О. В. Современные подходы к повышению устойчивости растений к засолению / О. В. Поддубная // *Доклады Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*. – 2020. – № 4. – С. 101–108.

К содержанию

УДК 631.811.98

И. Д. ЛУКЬЯНЧИК, А. В. КОНДРАТЮК

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ И УРОЖАЙНОСТИ РАСТЕНИЙ РОДА *ERUCA*

Для современного сельскохозяйственного производства характерно внедрение новых экологически безопасных агроприемов и технологий, связанных с применением регуляторов роста растений (далее – РРР) природного происхождения. Торговая сеть предлагает большой ассортимент доступных биопрепаратов, среди которых наиболее популярны «Экосил» (действующие вещества – тритерпеновые кислоты, 50 г/л), янтарная кислота, «Гидрогумат» (гуминовые (90–120 г/л) и фульвовые кислоты) и «Эпин» (2,4-эпибрасинолид; 0,025 г/л).

Салатные культуры позволяют расширить продовольственный ассортимент и разнообразить питание. Благодаря своим богатым вкусовым качествам и исключительно ценному химическому составу, рукола приобретает все большую популярность у населения и пользуется спросом у производителей [1]. В торговой сети Брестского региона эта культура

представлена двумя основными видами: *Eruca vesicaria* (L.) Cav. (рукола дикая, или двурядник тонколистный) и *Eruca sativa* L. (рукола культурная, или индау посевная).

Цель работы – провести сравнительную оценку эффективности использования в полевых условиях препаратов с росторегулирующей активностью для предпосевной обработки семян двух видов рода *Eruca*.

Объекты исследования – препараты, реализуемые через торговую сеть г. Бреста: «Экосил» (производитель – ООО «НатДивТорг», Беларусь), «Янтарная кислота» (ООО «Ортон», Россия), «Эпин» (АНО НПЦ «НЭСТ М», Россия), «Гидрогумат» (ЗАО «Белнефлесорб», Беларусь). Тест-объекты – *Eruca vesicaria* (L.) Cav. сорта Танация и *Eruca sativa* L. сорта Быстрорастущая. Виды рода *Eruca* отличаются по морфологии семян и габитуса, вкусовым свойствам, кратностью и лежкостью листовой срезки. Материал исследований – растворы РРР, приготовленные согласно инструкциям фирм-производителей; семена.

Закладка полевого опыта проводилась на опытном участке в аг. Молотковичи Пинского района полостным способом на делянках площадью по 1 м² с использованием методик Б. А. Доспехова (повторность – трехкратная). Почвенный покров участка был представлен дерново-подзолистой супесчаной почвой. Химические свойства почвы: рН 6,0 (слабокислая), Р₂О₅ = 20 мг / 100 г почвы, К = 15 мг / 100 г почвы, гумус – 2,5–3 %.

Метеоусловия: средняя температура за период вегетации днем составила +16,26 °С, ночью – +6,64 °С. Количество солнечных дней составило 19. Среднее количество осадков составило лишь 2,2 мм, общее – 66,0 мм.

Воздействие на семена – погружение в исследуемые растворы, время экспозиции – в соответствии с инструкциями к препаратам. Анализ накопления нитратов в листьях проводился при помощи прибора нитратометра рх-150.1 согласно ГОСТ 29270-95. Стандартно допустимая норма накопления нитратов для руколы – 1500 мг/кг.

Результаты исследований представлены в таблице.

Экосил. Применение данного РРР способствовало незначительному увеличению энергии прорастания семян обоих видов руколы, однако итоговая всхожесть оставалась на уровне контроля. Остальные показатели в опыте с «Экосилом» оставались неотличимыми от контроля. У руколы дикой имела место тенденция к снижению накопления нитратов.

Янтарная кислота. Ее использование приводило к достоверно значимому увеличению как энергии прорастания, так и полевой всхожести двух видов руколы. В опыте отмечена тенденция к небольшому увеличению высоты листовой розетки к моменту уборки, увеличению урожайности на 9,7 и 10,1 % и снижению накопления нитратов на 13,3 и 10,1 % у руколы дикой и посевной соответственно в сравнении с контролем.

Таблица – Морфобиологическая характеристика, урожайность и накопление листьями нитратов у растений рода *ErUCA* после предпосевной обработки семян растворами РРР

Показатели	Вид руколы	Варианты опытов				
		Контроль	Экосил	Янтарная кислота	Эпин	Гидрогумат
Энергия прорастания, % 4-е сут. Х _{ср.} ± m	<i>E. vesicaria</i> (L.) Cav.	46,33 ± 2,40	50,30 ± 3,90	70,60 ± 3,85*	70,30 ± 2,90*	90,00 ± 1,70*
	<i>E. sativa</i> L.	60,30 ± 4,10	65,0 ± 3,44	75,23 ± 1,55*	65,33 ± 4,03	90,33 ± 3,29*
Полевая всхожесть, % Х _{ср.} ± m	<i>E. vesicaria</i> (L.) Cav.	70,30 ± 3,12	70,30 ± 2,87	85,53 ± 3,55*	80,03 ± 2,99**	90,30 ± 2,86*
	<i>E. sativa</i> L.	75,12 ± 2,16	75,00 ± 2,70	87,19 ± 3,01**	80,00 ± 3,12	90,40 ± 2,05*
Высота листовой розетки, см 20-е сут. Х _{ср.} ± m	<i>E. vesicaria</i> (L.) Cav.	10,15 ± 2,18	11,0 ± 2,08	11,0 ± 1,98	13,50 ± 2,40**	16,50 ± 2,25*
	<i>E. sativa</i> L.	10,80 ± 1,45	11,15 ± 1,95	10,67 ± 1,55	12,98 ± 1,87**	15,69 ± 1,64*
Высота листовой розетки, см 40-й день Х _{ср.} ± m	<i>E. vesicaria</i> (L.) Cav.	20,43 ± 3,71	21,22 ± 3,17	22,03 ± 3,20	22,46 ± 4,00	24,18 ± 1,88*
	<i>E. sativa</i> L.	19,66 ± 2,98	20,22 ± 3,40	21,56 ± 3,77	22,13 ± 3,18**	24,44 ± 2,15*
Урожайность листовой массы, кг/м ² НРС ₀₅ = 70,5	<i>E. vesicaria</i> (L.) Cav.	1230,34	1250	1350	1350	1400
	<i>E. sativa</i> L.	1090,32	1150	1200	1200	1250
Уровень накопления нитратов, мг/кг	<i>E. vesicaria</i> (L.) Cav.	790	650	685	622	640
	<i>E. sativa</i> L.	690	630	620	642	615

Примечание – * – достоверно при уровне значимости $p < 0,05$; ** – достоверно при уровне значимости $p < 0,01$.

Эпин. Данный препарат проявил себя более эффективно, чем вышеописанные, а именно способствовал у двух видов руколы, дикой и посевной соответственно, увеличению по сравнению с контролем энергии прорастания на 24,0 и 5,03 %, полевой всхожести – на 9,73 и 4,88 %, высоты розетки до 9,93 и 12,56 %, урожайности – на 9,7 и 10,1 %, а также снижению нитратов на 21,26 и 6,95 %.

Гидрогумат – наиболее эффективный из всех исследуемых РРР, так как по всем параметрам в данном опыте отмечено достоверно значимое улучшение показателей развития: энергия прорастания на 4-е сутки достигла значений полевой всхожести – 90,30 и 90,40 % соответственно

у руколы дикой и посевной; листовая розетка на 20-е сутки. Опережала в росте контроль на 62,6 и 45,3 %, что сказалось на урожайности: она увеличилась на 13,8 и 14,7 % соответственно. Уровень накопления нитратов снизился на 18,9 и 10,9 % по отношению к контролю.

Список использованной литературы

1. Бербеков, К. З. Агробиологические особенности и продуктивность рукколы при использовании биопрепаратов / К. З. Бербеков, А. К. Езаов // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета имени В. М. Кокова. – 2015. – № 2 (8). – С. 41–45.

К содержанию

УДК 633.416;635.811.24

**Р. И. МАМАЖАНОВ, Х. Ф. БАТИРОВ, Ш. А. КАДИРОВ,
И. Ю. АБУЛФАЙЗИЕВА**

Узбекистан, Самарканд, СамГУ имени Ш. Рашидова

ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ ЗИМНИХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ УЗБЕКИСТАНА

Аннотация. В статье рассматриваются особые предпосылки формирования многоурожайной системы природопользования на орошаемых землях Зеравшанской долины Узбекистана. При реализации уникальных возможностей почвенно-климатических и агротехнологических условий формируется три урожая полевых культур в год вегетации.

Ключевые слова: экологические условия, природопользование, орошаемое земледелие, промежуточные культуры, три урожая в год.

Abstract. This article examines the specific prerequisites for developing a multi-crop nature management system on irrigated lands in the Zeravshan Valley of Uzbekistan. By taking advantage of the unique soil, climate, and agronomic conditions, three field crops are harvested per growing year.

Keywords: environmental conditions, nature management, irrigated agriculture, catch crops, three harvests per year.

Введение. В Узбекистане большие площади земель используются в сельском хозяйстве: естественные пастбища занимают 40 % территории страны, более 85 % пахотных земель Узбекистана орошаются, что составляет примерно 10 % от общей площади республики [1, с. 115; 2, с. 7–43].

Общая посевная площадь в Узбекистане на 2020 г. составила 4033,5 тыс. га, в том числе орошаемые 3259,9, или 12,8 %, сельскохозяйственных видов земель. Объясняется это выделением части земель для

государственных и общественных нужд, а также в соответствии с постановлениями и программами правительства по увеличению площадей садов и виноградников на базе интенсивных технологий [3, с. 9; 4, с. 24–25].

Работами ряда исследователей доказано, что посевы люцерны являются действенным средством в повышении урожая полевых культур. Однако в настоящее время в хлопкосеющих областях республики освоение коротких схем севооборотов осуществляется крайне медленно: площади пашни освоены лишь на 22 % [5, с. 215; 9, с. 27–35]. В последние годы исследователями изучалась роль промежуточных культур в повышении урожайности хлопчатника, их влияние на агрофизические свойства почвы в условиях Самаркандской и других областей и др. [3, с. 9; 7, с. 44].

В повышении урожая растений немалая роль принадлежит промежуточным посевам, используемым в качестве сидерата. Поскольку промежуточные посевы оказывают заметное влияние на урожай хлопчатника, мы сочли необходимым изучить роль различных видов растений и количества зеленой массы промежуточных культур [2, с. 12–37; 8, с. 27–35].

Методика исследований. Целью наших исследований являлось повышение влияния различных видов культур промежуточного посева на урожай хлопчатника и других культур. Были подобраны наиболее подходящие виды растений (озимая рожь, озимый ячмень, озимый горох, озимый рапс, тифон и редька масличная) для использования их в качестве промежуточных культур, различное количество запаханной фитомассы которых оказывает значительное влияние на рост, развитие и урожайность изученных культур [6, с. 127–210].

Объектом исследований стали озимая рожь (*Cecale cereale* L.) сорта Памирская местная, озимый ячмень (*Hordeum sativum* L.) сорта Унумли арпа, озимый горох (*Pisum arvense* L.) сорта Восток-55, озимая вика (*Vicia villosa* Roth) сорта Туркменская местная, озимый рапс (*Brassica napus oleifera* ÜC.) сорта Немеречинский-1, редька масличная сорта Тамбовчанка, тифон сортообразца ВИР-162. Норма высева семян тифона – 5 кг на 1 га, озимой ржи – 80 кг на 1 га, озимого ячменя – 100 кг на 1 га, озимого гороха – 150 кг на 1 га, озимой вики – 80 кг на 1 га, озимого рапса и редьки масличной – по 20 кг на 1 га.

Почва на опытных участках относится к луговым, по давности орошения – староорошаемая, по механическому составу – среднесуглинистая. Глубина залегания грунтовых вод составляет 1–3 м. После очистки поля от гуза-паи проводили двукратное чизелевание. Высевали промежуточные культуры в конце октября. После посева давали подпитывающий полив, а в марте и апреле каждого года – вегетационные поливы с нормой около 600 м³/га. В начале апреля посевы подкармливали аммиачной

селитрой из расчета 150 кг на 1 га, технология заправки сидератов была общепринятой (Е. П. Горелов и др., 1989).

Результаты и их обсуждение. Учет биомассы промежуточных культур перед их заправкой (к 25–27 апреля) показывает, что включенные в опыт культуры (озимая рожь, озимый ячмень, озимый горох, озимая вика, тифон и редька масличная) неодинаково развивались в полевых условиях и сформировали различное количество фитомассы. Бобовые культуры (озимый горох, озимая вика) сильно изреживались после зимовки и сравнительно медленно росли, урожай их зеленой массы был наименьшим (80–120 ц с каждого гектара).

Наибольший урожай зеленой массы образовали тифон, озимый ячмень и редька масличная – в среднем 415,5 ц биомассы с гектара. Биоклиматические факторы районов в сочетании с орошением дают возможность получать с одной и той же площади за сельскохозяйственный год два полноценных урожая зерна (озимая пшеница и маш) и третий урожай на следующий год хлопчатника или 2–3 урожая их зеленой массы. Первый – за счет выращивания зерновых колосовых, второй – маш на зерно, а затем третий – хлопчатник при посеве весной следующего года.

Выводы. Установлено, что на орошаемых землях Зеравшанской долины более продуктивным сортом пшеницы осеннего сева является Жасмина. Он обладает неполегаемостью, скороспелостью, способностью более полного использования природных факторов «вегетационных зим». Благодаря этому он формирует урожай 71,2–74,9 ц/га, что значительно выше, чем другие сорта, а маш формирует урожай в пределах 12–14 ц/га, хлопчатник же при весеннем севе обеспечивает 32–34 ц/га.

Список использованной литературы

1. Батиров, Х. Ф. Корнеплоды зимней вегетации в условиях орошения / Х. Ф. Батиров. – Самарканд : Изд-во СамГУ им. Ш. Рашидова, 2023. – 112 с.
2. Батиров, Х. Ф. Зеленое удобрение в агроценозе / Х. Ф. Батиров, Б. А. Пардаев, Ш. Н. Турсунов. – Самарканд : Изд-во СамГУ им. Ш. Рашидова, 2024. – 59 с.
3. Горелов Е. П. Рекомендации по выращиванию рапса и перко на семена / Е. П. Горелов, Х. Ф. Батиров, В. Л. Добродомов ; М-во сел. хоз-ва Узбекистана. – Ташкент, 1989. – 9 с.
4. Горелов, Е. П. Использовать собственные резервы / Е. П. Горелов, Х. Ф. Батиров // Сельское хозяйство Узбекистана. – 1992. – Вып. 4–5. – С. 24–25.
5. Довбан, К. И. Зеленое удобрение / К. И. Довбан. – М. : Агропромиздат, 1990. – 207 с.

6. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – 5-е изд. – М. : Агропромиздат, 1985. – 347 с.

7. Орипов, Р. О. Зимние промежуточные культуры в земледелии Узбекистана, их влияние на плодородие почвы, урожайность хлопчатника и других культур : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.01.01 / Орипов Равшан Абдуллоджанович. – Омск, 1982. – 44 с.

8. Солямин, Н. М. Повышение продуктивности орошаемых земель Северного Кавказа / Н. М. Солямин. – М. : Россельхозиздат, 1984. – С. 27–35.

9. Шатилов И. С. Максимальное поглощение солнечной энергии культурными растениями – важная задача современности / И. С. Шатилов, М. В. Каюмов. – Душанбе : Дониш, 1982. – С. 28–40.

К содержанию

УДК 628.01

Д. В. МАРЧУК, Н. С. СТУПЕНЬ

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

ИССЛЕДОВАНИЕ ЖЕСТКОСТИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ МИКРОРАЙОНОВ Г. ПИНСКА (РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ, БРЕСТСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Актуальность. Жесткость питьевой воды обусловлена высокой концентрацией ионов кальция и магния. В зависимости от типа пород, через которые проходит вода, могут преобладать ионы кальция или магния. Известняк насыщает воду в основном кальцием, а доломитовые породы – и кальцием, и магнием. Чем больше в породе магниесодержащих минералов, тем выше доля магния в воде, и наоборот: чем больше в породе кальцийсодержащих минералов, тем выше доля кальция в воде.

При постоянном употреблении жесткая питьевая вода может наносить вред здоровью человека. Основной риск связан с нарушением солевого баланса в организме, что создает повышенную нагрузку на мочевыделительную систему и неблагоприятно для людей с заболеваниями почек. Кроме того, избыток этих солей может негативно влиять на моторику желудочно-кишечного тракта.

Целью исследования является определение содержания катионов кальция и магния в питьевой воде микрорайонов г. Пинска (Республика Беларусь, Брестская область): Альбрехтово, Белявщина, Верасы, Западный, Луги, Северный, а также определение общей жесткости питьевой воды в осенний период (2025 г.).

Методика исследований. В процессе исследования для определения содержания кальция (Ca^{2+}) и магния (Mg^{2+}) в питьевой воде использовался комплексометрический метод титрования, который основан на образовании комплексов между ионами металлов и комплексонами.

Результаты исследования. Для проведения анализа были взяты пробы питьевой воды в точках, указанных на рисунке.



Рисунок – Точки отбора проб, взятые для анализа питьевой воды

В таблице представлены результаты определения содержания катионов кальция (Ca^{2+}) и магния (Mg^{2+}) (в ммоль/л), а также значения общей жесткости питьевой воды.

Таблица – Общий анализ жесткости питьевой воды микрорайонов г. Пинска (Республика Беларусь, Брестская область) в 2025 г.

Наименование микрорайона	Содержание катионов кальция (Ca^{2+}), ммоль/л	Содержание катионов магния (Mg^{2+}), ммоль/л	Общая жесткость питьевой воды, ммоль/л
Альбрехтово	4,670	0,330	5,000
Белявщина	2,600	0,130	2,730
Верасы	3,450	0,743	4,193
Западный	3,400	0,100	3,500
Луги	2,700	0,060	2,760
Северный	2,960	0,170	3,130

Результаты исследования показали, что наименьший показатель жесткости питьевой воды выявлен в микрорайоне Белявщина (2,730 ммоль/л), наибольший – в микрорайоне Альбрехтово (5,000 ммоль/л). Разница между показателями микрорайонов Белявщина и Альбрехтово составляет 45,4 %. Значения жесткости воды в микрорайонах Верасы (4,193 ммоль/л), Луги (2,76 ммоль/л), Северный (3,13 ммоль/л), Западный (3,500 ммоль/л) больше, чем в микрорайоне Белявщина, на 34,29 %, 1,01 %, 12,77 % и 22 % соответственно и меньше, чем в микрорайоне Альбрехтово, на 16 %, 44,8 %, 37,4 % и 30 % соответственно.

В ходе исследований было установлено, что наименьшее содержание катионов Ca^{2+} выявлено в микрорайоне Белявщина (2,6 ммоль/л), наибольшее – в микрорайоне Альбрехтово (4,67 ммоль/л). Разница между показателями микрорайонов Белявщина и Альбрехтово, составляет 44,3 %. Значения жесткости воды в микрорайонах Верасы (3,45 ммоль/л), Луги (2,7 ммоль/л), Северный (2,96 ммоль/л), Западный (3,4 ммоль/л) больше, чем в микрорайоне Белявщина, на 24,63 %, 3,7 %, 12,16 % и 23,53 % соответственно и меньше, чем в микрорайоне Альбрехтово, на 26,12 %, 42,18 %, 36,61 % и 27,19 % соответственно.

В результате работы установлено, что наименьшее содержание катионов Mg^{2+} выявлено в микрорайоне Луги (0,06 ммоль/л), наибольшее – в микрорайоне Верасы (0,743 ммоль/л). Разница между показателями микрорайонов Луги и Верасы составляет 91,92 %. Значения жесткости воды в микрорайонах Альбрехтово (0,33 ммоль/л), Белявщина (0,13 ммоль/л), Северный (0,17 ммоль/л), Западный (0,1 ммоль/л) больше, чем в микрорайоне Белявщина, на 32,69 %, 3,85 %, 13,85 % и 30,77 % соответственно и меньше, чем в микрорайоне Альбрехтово, на 55,59 %, 82,5 %, 77,1 % и 86,54 % соответственно.

Выводы. 1. Экспериментально определены концентрации катионов кальция (Ca^{2+}) и магния (Mg^{2+}), а также общая жесткость питьевой воды микрорайонов г. Пинска (Республика Беларусь, Брестская область).

2. Экспериментальные данные позволяют охарактеризовать питьевую воду изучаемых микрорайонов как мягкую воду, за исключением Альбрехтово и Верасов, где питьевая вода характеризуется средней жесткостью, что объясняется различием водозаборов.

3. Питьевая вода в г. Пинске проходит через известняковые породы, которые состоят преимущественно из карбоната кальция, поэтому в ней преобладают катионы кальция (Ca^{2+}).

К содержанию

УДК 504.75

AKTER MAHIMA¹, Z. S. KUNTSEVICH²

¹Bangladesh

²Vitebsk, Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University

INVAROMENTAL POLLUTION AND ECOLOGICAL PROBLEMS IN BANGLADESH

Bangladesh is one of the countries most vulnerable to climate change due to its topography and geography, which make it more susceptible to cyclones, floods, storms, and salinization. Bangladesh has one of the world's largest deltas, home to three major rivers: the Ganges, Brahmaputra, and Meghna. One of the main problems associated with climate change is flooding, which is primarily caused by melting glaciers in the Himalayas and subsequently in Bangladesh. Flooding also contributes to the salinization of coastal areas, which hinders agriculture, limits access to water, and reduces food security for the population (drinking, cooking, and farming). 1.2 million hectares of land suffer from increased salinity in the water, and rising temperatures combined with stagnant water lead to diseases, insect attacks, and other problems.

Many project has been implemented in Bangladesh for climate change with the help of various multilateral organization some of the project for food and water security are

BRAC – Bangladesh Rural Advancement Committee for water salinity of erosion Managements;

Delta plan 2100 – Looking for a Good Sultainable Management of water and agricultural resources.

Due to rising sea levels, large amounts of land have been destroyed and washed away, leading to increased salinity and the destruction of many people's homes. The economic impacts of climate change contribute to increased poverty, and many households rely on climate-sensitive sectors such as agriculture, fisheries, and others. Climate change is likely to negatively impact human health, creating conditions conducive to cholera, which requires high temperatures, and malaria. Research shows that similar impacts are already being observed in Bangladesh. The report states that nearly a million people in Bangladesh, mostly poor, are at risk of lead contamination, which can lead to intellectual disability and neurological damage, especially in children, and can also increase the risk of miscarriage and stillbirth in pregnant women. Currently, Bangladesh has the highest levels of arsenic contamination in the world, experiencing a serious public health pandemic: over 80 million people are at risk of arsenic contamination from food and ingested arsenic. Bangladesh has the

most severe groundwater contamination in the world. About 97 % of the country's population uses groundwater for drinking and domestic purposes, as surface water is poorly drained.

Contaminated well water in Bangladesh is considered one of the world's largest public health crises, yet it remains relatively unknown outside of scientific circles. An estimated 40 million people – a quarter of the population – are exposed to drinking water contaminated with arsenic. Chronic exposure may result in only a few visible symptoms (skin pigmentation on the chest, arms, and legs occurs in a minority of cases), but this poison has the remarkable ability to silently affect multiple organs over years, even decades.

Arsenic in Bangladesh's shallow aquifers occurs naturally, the result of a confluence of interrelated factors. Iron oxide particles with chemically bound arsenic are carried to Bangladesh from the Himalayan mountains by the fast-flowing Ganges and Brahmaputra rivers. These particles are carried from the cold highlands to the quiet waters of tropical swamps and marshes, where they are broken down by oxygen-seeking bacteria, releasing arsenic into the groundwater. This is the layer of water that is pumped by hand from high-density wells used by rural populations.

Practical Action has been working to educate people about the symptoms of arsenic poisoning. We have provided testing kits so that people can check if their water supply is contaminated and, if need be, install arsenic-removal systems or look into alternative safe water supplies. Arsenic removal systems, where contaminated water is filtered through four chambers, are one available option. Due to a lack of testing systems, however, households don't often know whether the removal system is working properly. We also find that the distribution of these filters is usually done in an ad hoc manner through government projects.

Most importantly, an integrated approach between the health and water sectors is needed to reach communities in arsenic-affected areas. All patients suffering from arsenic poisoning (arsenicosis) lose their ability to work, their incomes decrease, and their families are gradually marginalized. Providing clean water alone is not enough; proper treatment for arsenic poisoning is also essential.

Conclusions

Research shows that the state of Bangladesh's environment and its citizens continually requires global attention. Arsenic exposure has a particularly severe impact on children, who are the country's future. Although various national and international organizations are working to provide safe drinking water, there remains a lack of technologies that are affordable for people exposed to arsenic, technically feasible, and environmentally safe.

К содержанию

УДК 54-386:579.26.66

Д. И. МИСЮЛЯ^{1,2}, Г. А. ГОРДУНОВ^{1,2}, Д. И. ФРАНТОВ^{1,2},
И. В. МИНЕЕВА^{1,2}¹Беларусь, Минск, БГУ²Беларусь, Минск, НИИ физико-химических проблем БГУ**АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА КОМПЛЕКСОВ
2-ТИОКСОТЕТРАГИДРОПИРИМИДИН-5-КАРБОКСИЛАТОВ
С МЕДЬЮ (II) В УСЛОВИЯХ *IN VITRO***

Мультикомпонентные реакции (далее – МКР) – современный синтетический метод, позволяющий получать вещества с высокой молекулярной сложностью в одну стадию. В перспективе это означает уменьшение количества стадий, а следовательно, уменьшение объемов используемых растворителей, субстратов, реагентов, энергии, т. е. снижение антропогенной нагрузки на окружающую среду. Методом МКР нами получены [1] четыре продукта – 2-тиоксотетрагидропиримидин-5-карбоксилаты (2-ТТПК), которые в дальнейшем использовали в качестве лигандов для получения комплексов с медью (II) на их основе. Структурные формулы синтезированных комплексных соединений (1–4) приведены на рисунке.

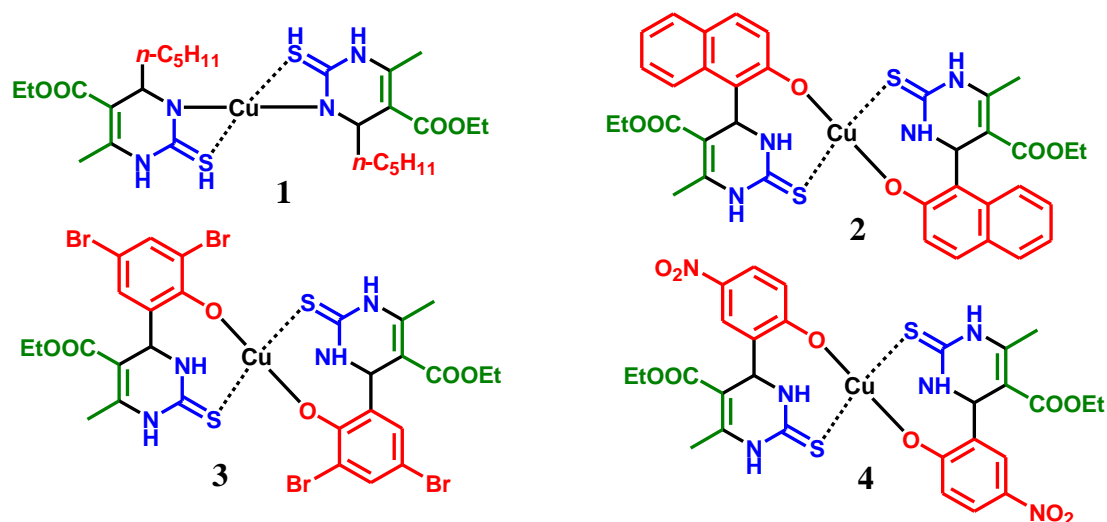


Рисунок – Комплексы различных 2-ТТПК (лиганды) с медью (II)
(комплексообразователь)

Достаточно давно известно, что различные аналоги пиримидиновых оснований, которыми могут являться синтезированные 2-ТТПК, потенциально могут проявлять антибактериальные свойства [2, с. 119]. Кроме того,

комплексообразование с некоторыми металлами, в том числе с медью (II), может усиливать, в частности, и антибактериальные свойства [3; 4]. Настоящим может быть обусловлена актуальность изучения антибактериальных свойств комплексов меди (II) с полученными 2-ТТПК.

Антибактериальную активность определяли диско-диффузионным методом. Растворами комплексного соединения в N,N-диметилформамиде (DMF) (3 мг/мл), лиганда (6 мг/мл) и $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ (3 мг/мл в воде и DMF) смачивали бумажный диск и вносили на питательную среду с микроорганизмами. Оценка проводилась относительно микроорганизмов *Escherichia coli* M-17, *Azotobacter chroococcum* Beijerinck, *Bacillus mesentericus* Trevisan. Культуру азотобактера получали на безазотной среде Эшби, остальных – на 2 %-м МПА. В качестве образца-сравнения использовали раствор доксицилина (Dox, 250 мкг/мл). Диаметры зон ингибирования (в мм) приведены в таблице.

Таблица – Средние диаметры зон ингибирования (мм) растворами комплексообразователя (Cu^{2+}), лиганда (L_n) и комплекса (КС, $\text{Cu}(L_n)_2$) в разных бактериальных культурах

n	L_n	$\text{Cu}(L_n)_2$	$\text{Cu}/\text{H}_2\text{O}$	Cu/DMF	Dox
<i>Azotobacter chroococcum</i>					
1	0	$10,0 \pm 0,6^a$	$13,8 \pm 0,4^{a,b,c}$	$14,6 \pm 0,5^{a,b,c}$	$20,0 \pm 2,0$
2	0	$11,2 \pm 0,7^b$			
3	$8,8 \pm 0,7^c$	0			
4	0	$9,6 \pm 0,5^a$			
<i>Escherichia coli</i>					
1–4	0	0	$6,2 \pm 0,4$	0	$19,0 \pm 0,6$
<i>Bacillus mesentericus</i>					
1	$10,0 \pm 0,8^d$	$7,2 \pm 0,4^d$	0	0	–
2	$11,2 \pm 0,4^e$	$14,0 \pm 0,0^e$			
3	$9,0 \pm 0,9$	$7,6 \pm 0,5$			
4	0	$7,4 \pm 0,5$			

Примечание – Различия между КС и Cu^{2+} достоверны при $P \leq 0,01$. ^b – то же, но при $P \leq 0,05$. ^c – различия между L_n и Cu^{2+} достоверны при $P \leq 0,01$. ^d – различия между L_n и КС достоверны при $P \leq 0,05$. ^e – различия между L_n и КС достоверны при $P \leq 0,01$.

Грамотрицательные бактерии (*A. Chroococcum* и *E. Coli*) совершенно по-разному реагируют как на растворы комплексообразователей, так и на растворы самих комплексов и соответствующих лигандов. Штамм M-17 кишечной палочки оказался невосприимчив ко всем названным веществам, кроме слабо заметного отклика на водный раствор Cu^{2+} .

В большинстве своем справедливо утверждение о том, что комплексообразование между Cu^{2+} и 2-ТТПК усиливает антибактериальную

активность относительно *B. Mesentericus*. Наибольшую активность при этом проявляет соединение **2** и соответствующие ему лиганды. В случае *A. Chroococcum* комплексообразование снижает токсический эффект Cu^{2+} , на основании чего можно предположить протекторное действие комплексообразования против ионов тяжелых металлов. В случае **3** происходит, наоборот, снижение антибактериальной активности.

Примечательно, что *B. Mesentericus* (грамположительный) оказался устойчив относительно двух видов растворов комплексообразователя Cu^{2+} , в то время как относительно *A. Chroococcum* (грамотрицательный) они вызывают ярко выраженный антибактериальный эффект.

Интересным также является факт почти полного отсутствия каких-либо эффектов в культуре *E. Coli* М-17. Вероятно, изменяя состав комплексных соединений посредством варьирования лигандов, можно добиться видоспецифичности действия первых.

В тех случаях, где уместно говорить о сопоставлении антибактериальных эффектов соединений и антибиотика доксициклина, можно отметить, что ни одно соединение в указанных концентрациях не сопоставимо с антибактериальным эффектом антибиотика.

Полученные результаты являются предварительными и требуют более глубокого изучения.

Список использованной литературы

1. Синтез новых медьсодержащих комплексов с производными мультикомпонентной реакции Биджинелли / Г. Ю. Коротеев, Д. И. Франтов, Г. А. Гордунов [и др.] // XXIX Международная Чугаевская конференция по координационной химии (Казань, 23–27 июня 2025 г.) : тез. докл. – Казань : ИОФХ им. А. Е. Арбузова, 2025. – С. 421.

2. Франклин, Т. Биохимия антимикробного действия / Т. Франклин ; пер. с англ. Дж. Сноу. – М. : Мир, 1984. – 240 с.

3. Copper(I) halides and palladium(II) chloride complexes of 4-thioxo[1,3,5]oxadiazocines: synthesis, structure and antibacterial activity / A. S. Kuzovlev, D. A. Volkova, I. V. Parfenova [et al.] // New Journal of Chemistry. – 2020. – Vol. 44. – P. 7865–7875.

4. Copper(I) complexes of methyl 4-aryl-6-methyl-3,4-dihydropyrimidine-2(1*H*)-thione-5-carboxylates. Synthesis, characterization and activity in human breast cancer cells / N. González-Ballesteros, D. Pérez-Álvarez, M. S. C. Henriques [et al.] // Inorganica Chimica Acta. – 2015. – DOI: <https://doi.org/10.1016/J.ICA.2015.09.012>.

К содержанию

УДК 579.68

В. Е. ПОБУДЕЙ

Беларусь, Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

ЗАВИСИМОСТЬ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОРНЕВОЙ ФОРМЫ ИНОКУЛЮМА АРБУСКУЛЯРНЫХ МИКОРИЗНЫХ ГРИБОВ РАЗНЫХ ВИДОВ ОТ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ЕГО ХРАНЕНИЯ

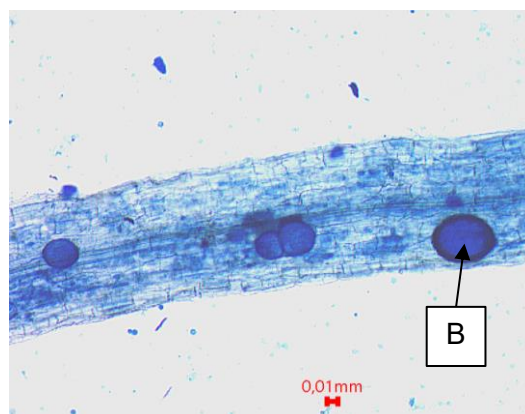
Введение. Арбускулярные микоризные грибы (далее – АМГ) являются облигатными симбионтами, играющими ключевую роль в минеральном питании растений, повышении их устойчивости к стрессам и улучшении структуры почвы. Эффективность их применения в биологизированном земледелии напрямую зависит от качества инокулюма – препарата, содержащего жизнеспособные споры, гифы и фрагменты колонизированных корней [1; 2].

Целью данного исследования являлось получение инокулюма на растениях-хозяевах и оценка степени колонизации их корневой системы различными штаммами АМГ.

Материалы и методы. Для получения инокулюма использовали растения-хозяева: подорожник ланцетолистный (*Plantago lanceolata*) и шведский плющ (*Plectranthus verticillatus*). В качестве посадочного субстрата применяли стерильную почвенно-песчаную смесь (3:1) с добавлением фосфоритной муки. Использовали инокулюмы из коллекции кафедры: *Glomus intraradices* (образцы 2014 и 2018 гг.), *Glomus mosseae* (образцы 2014 и 2018 гг.), смесь видов (*Glomus intraradices* + *Glomus mosseae* + *Glomus geosporum* + *Septoglomus constrictum*) (образцы 2014 и 2018 гг.). Посев проводили по стандартной методике с размещением инокулюма в зоне прорастания семян или развития корневой системы ростков. Растения выращивали в течение трех месяцев в контролируемых условиях. После выращивания корневую систему отбирали, промывали и готовили микропрепараты методом окрашивания анилиновым синим после мацерации в КОН и закисления молочной кислотой. Степень микоризации оценивали по методу Травло с использованием 6-балльной шкалы для интенсивности колонизации (M, m, %) и 4-балльной – для обилия арбускул (A, a, %). Анализ 45 фрагментов корней для каждого варианта опыта проводили с помощью компьютерной программы Mikoryza 1.1 beta [3].

Результаты исследований. Микроскопический анализ подтвердил успешную колонизацию корней обоих видов растений-хозяев во всех опытных вариантах. Частота встречаемости АМГ (F, %) приближалась к 100 % для большинства образцов, что свидетельствует о высокой

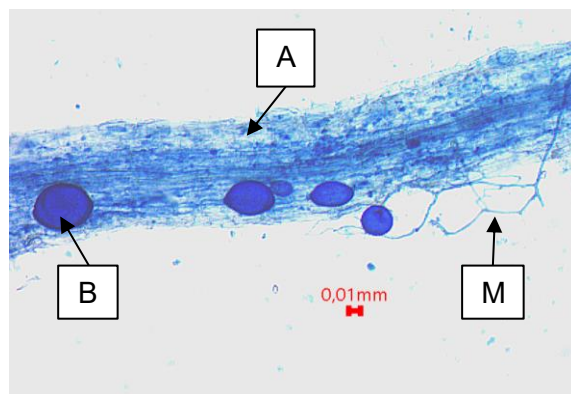
инфекционной активности использованных инокулюмов даже после длительного хранения (6–10 лет). Наибольшая интенсивность микоризации (М, %) у подорожника ланцетолистного была отмечена при инокуляции штаммом *G. Intraradices* 2018 г. – 72,1 %. Обилие арбускул (а, %) в этом варианте составило 60,3 %. Для штамма *G. Mosseae* 2018 г. интенсивность была ниже (41,2 %), однако обилие арбускул оставалось высоким (59,6 %), что указывает на активное формирование функциональных структур симбиоза даже при меньшем проценте колонизированной площади корня. Инокулюм смеси видов (Міх) 2014 г. показал на подорожнике средние значения (М = 44,5 %), в то время как Міх 2018 г. – более низкие (М = 28,8 %) (рисунок 1).



В – везикула

Рисунок 1 – Микоризация корня подорожника ланцетолистного (Міх 2018)

У шведского плюща наилучшие результаты были получены при использовании инокулюма Міх 2018 г.: интенсивность микоризации достигла 79,7 %, а обилие арбускул – 86,5 % (рисунок 2).



А – арбускула, В – везикула, М – мицелий

Рисунок 2 – Микоризация корня шведского плюща (Міх 2018)

Это указывает на высокую эффективность комплексного инокулюма для данного растения-хозяина. Штаммы *G. Intraradices* и *G. Mosseae* 2014 г. также показали высокую эффективность ($M = 58,1\%$ и $67,5\%$ соответственно), что демонстрирует их хорошую сохранность. Сравнительный анализ показал, что вид растения-хозяина значительно влияет на эффективность колонизации. Шведский плющ в целом показал более высокие значения интенсивности микоризации по сравнению с подорожником при использовании одних и тех же видов АМГ. Кроме того, было отмечено, что разные виды грибов проявляют различную эффективность на одном и том же растении, что подчеркивает важность подбора специфичных пар «растение – гриб» для получения высококачественного инокулюма.

Выводы. Экспериментально подтверждена возможность получения жизнеспособного инокулюма арбускулярных микоризных грибов на растениях-хозяевах *Plantago lanceolata* и *Plectranthus verticillatus* с использованием инокулюмов различного видового состава и срока хранения (6–10 лет). Установлено, что вид растения-хозяина и вид АМГ существенно влияют на степень микоризации. Наибольшая интенсивность колонизации у подорожника отмечена для *G. Intraradices*, а у шведского плюща – для смешанного инокулюма (Mix).

Список использованной литературы

1. Смит, С. Э. Микоризный симбиоз / С. Э. Смит, Д. Дж. Рид. – М. : Т-во науч. изд. КМК, 2012. – 776 с.
2. Камельчук, Я. С. Микоризные грибы: современные представления значимости их в минеральном питании растений как натуральных биоудобрений / Я. С. Камельчук // Веснік Палескага дзяржаўнага ўніверсітэта. Серыя прыродазнаўчых навук. – 2020. – № 1. – С. 24–40.
3. Лабутова, Н. М. Методы исследования арбускулярных микоризных грибов / Н. М. Лабутова ; Всесоюз. науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва и микробиологии. – СПб. : ВИЗР, 2000. – 24 с.

К содержанию

УДК 556.1:574

О. В. ПОДДУБНАЯ

Беларусь, Горки, БГСХА

АСПЕКТЫ ХИМИЧЕСКОЙ ЭКОЛОГИИ В ГИДРОХИМИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ РОЛИ pH ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Гидрохимические исследования водных объектов озер, водохранилищ, рек, прудов все больше входят в практику прудового рыбоводства. Каждое рыбоводное хозяйство должно иметь лабораторию для выполнения гидрохимических определений. Освоение учебной дисциплины «Гидрохимия» необходимо для подготовки высококвалифицированных специалистов с необходимыми практическими навыками и теоретическими знаниями в области гидрохимического анализа. Теоретическое и практическое значение гидрохимии очень велико. По своим физическим, химическим и биологическим свойствам вода занимает исключительное положение в природе. Все явления в литосфере, биосфере и атмосфере совершаются с участием воды. Одной из важнейших проблем гидрохимии является познание происхождения ионного состава воды [1].

В основе гидрохимии лежат аспекты химической экологии, которые включают изучение круговорота веществ в природе; исследования процессов, обуславливающих современное состояние биосферы и связанных с химическими превращениями веществ; процессов в окружающей среде с учетом влияния антропогенных воздействий на биотические и абиотические компоненты водных экосистем.

Экологическое состояние поверхностных водных объектов оценивается по результатам мониторинга поверхностных вод, проводимого в составе Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь, на 160 поверхностных водных объектах в 297 пунктах наблюдений, организованных вблизи средних и крупных населенных пунктов. За 2019–2024 гг. наблюдается тенденция к улучшению экологического состояния поверхностных водных объектов – 72,4 % из них присвоен хороший и выше экологический статус. Значительную антропогенную нагрузку испытывают 1,2 % поверхностных водных объектов (их участков).

Одним из интересных и перспективных направлений использования водных ресурсов республики является прудово-рыбное хозяйство. Рыбоводством занимаются специализированные организации, за которыми закреплено 8,9 тыс. га прудовой площади (59 % пригодных для ведения рыбоводного хозяйства рыболовных угодий), и 224 юридических лица,

которым передано в аренду 98,3 тыс. га озер и водохранилищ, 13 тыс. км рек (30,2 %). К концу 2025 г. планируется увеличить производство рыбы в водоемах Беларуси по сравнению с 2015 г. в 3,2 раза и обеспечить на уровне 19,4 тыс. т. Водные ресурсы республики планируется использовать для выращивания не только широко известных видов рыб, но и их «экзотических собратьев». В частности, несколько искусственных прудов белорусского Национального парка «Браславские озера», не имеющих связи с естественными водоемами, планируется зарыбить черным буффало. Этот вид рыбы популярен на американском континенте и широко используется как объект прудового рыбоводства [1].

Важное значение для многих биологических процессов имеет водородный показатель среды. Его можно рассчитать, а также определить с помощью индикаторов и приборов. Значение рН можно поддерживать на практически постоянном уровне путем применения буферных смесей. Для грубого определения кислотности воды используют химические индикаторы, изменяющие цвет в зависимости от рН пробы воды. Более точные результаты получают, используя иономеры на основе ионоселективных электродов [2].

Понижение рН природных вод вызвано поступлением кислотообразующих оксидов серы и азота в атмосферу и в водоемы. Повышение кислотности водоемов имеет крайне негативные последствия, способствует выщелачиванию тяжелых металлов, изменяет ионный состав вод, снижает способность природных водоемов к самовосстановлению. Особенно уязвимыми в отношении процессов закисления являются низкоминерализованные воды малых озер северных регионов. В качестве критериев устойчивости природных вод используют показатель кислотно-нейтрализующей способности, содержание гидрокарбонатов, значение буферной емкости природных вод. В природных пресных водах рН изменяется от менее 3,0 у сильнокислых до 6,5–7,5 у нейтральных и более 9,5 у сильнощелочных. Значение рН в речных водах обычно варьирует в пределах 6,5–8,5, в незагрязненных атмосферных осадках около 5,6, в болотах 4,5–6,0. Концентрация ионов водорода подвержена сезонным колебаниям. Зимой величина рН для большинства речных вод составляет 6,8–7,4, летом 7,4–8,2, т. е. летом вода становится более щелочной. Это обусловлено жизнедеятельностью водных организмов и другими причинами [1; 2].

Относительная устойчивость величины рН в водоемах зависит от буферных свойств воды, что определяется составом растворенных в ней веществ. Присутствие в воде солей усиливает ее буферные свойства, в связи с чем одинаковое подкисление мягкой и жесткой воды вызовет в первом случае значительно более заметный сдвиг рН. Роль рН для живых организмов определяется в первую очередь его влиянием на активность

ферментов и состояние других белковых молекул. Кроме того, поскольку большинство реакций в клетках протекает в водной среде, избыток или недостаток ионов может существенно влиять на протекание также различных неферментативных реакций. Это направление рассматривает, как правило, химическое загрязнение окружающей природной среды, дает характеристику основных химических загрязнителей и способов определения уровня загрязнения, разрабатывает физико-химические методы борьбы с подобным загрязнением.

Таким образом, вполне закономерно, что роль рН воды в жизни водных организмов исключительно велика. Так, в сильноокислой воде с рН 3,0–3,5 рыбы вообще не выживают, а могут существовать только некоторые растения и беспозвоночные. Также смертелен для всех видов рыб рН более 10,5. Наилучшим образом рыбы выживают при значениях водородного показателя в пределах 5,0–9,0. При рН ниже 5 можно наблюдать их массовую гибель, хотя отдельные виды приспосабливаются и к среде, значение рН которой доходит до 3,7. При рН больше 5,5 в пресных водоемах также начинает уменьшаться видовое разнообразие живых организмов. Чувствительна к закислению ихтиофауна, особенно форель. При рН меньше 5,0 рыбы, как правило, отсутствуют [2].

Проект водной стратегии до 2030 г. был разработан с учетом Водного кодекса Республики Беларусь, Концепции национальной безопасности Республики Беларусь и Национальной стратегии устойчивого развития Республики Беларусь на период до 2030 г. Своей основной стратегической целью проект документа определяет достижение долгосрочной водной безопасности для нынешнего и будущих поколений. В отношении международных обязательств цели стратегии напрямую связаны с соответствующими Целями устойчивого развития [1].

Список использованной литературы

1. Гидрохимия : учеб.-метод. пособие / О. В. Поддубная, И. В. Ковалева, Н. В. Максименко, М. Н. Шагитова. – Горки : БГСХА, 2025. – 199 с.
2. Хаханина, Т. И. Химия окружающей среды : учебник / Т. И. Хаханина, Н. Г. Никитина, И. Н. Петухов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Юрайт, 2018. – 233 с.

К содержанию

УДК 632.95.025:577.35

О. В. ПОДДУБНАЯ

Беларусь, Горки, БГСХА

РОЛЬ АДЬЮВАНТОВ В ПЕСТИЦИДНОЙ НАГРУЗКЕ

В настоящее время многие фермерские и аграрные хозяйства для того, чтобы получить наибольший эффект от применения средств защиты растений, все чаще применяют такие химические вещества, как адьюванты. Адьюванты – это вещества, применяемые одновременно с пестицидами или гербицидами для усиления активности и повышения их эффективности. Адьюванты добавляют в рабочий раствор для того, чтобы увеличить площадь поверхности контакта препарата с растением.

Адьюванты используются совместно с пестицидами для повышения эффективности их применения, а также для изменения химических или физических свойств рабочего раствора. Адьюванты классифицируются следующим образом. Адьюванты-активаторы способны повысить проникновение и активность средств защиты растений. Адьюванты вспомогательные способны изменить свойства растворов средств защиты растений без прямого воздействия на эффективность активного компонента. Кроме того, они легко поддаются биологическому разложению, поэтому не оказывают вредного воздействия на окружающую среду [2].

Адьюванты не имеют свойств пестицидов. Их добавляют к рабочему раствору, чтобы повысить его эффективность путем изменения физико-химических признаков. В группу входят различные активаторы, эмульгаторы, антивспениватели и стерилизаторы. Использование адьювантов позволяет минимизировать либо вовсе устранить нестабильность и несовместимость препаратов, пену, поверхностное натяжение, испарение. В их функции входит смачивание, прилипание, эмульгирование и уменьшение жесткости воды.

Рассмотрим работу адьюванта на примере «Импирон-А», который производится в Санкт-Петербурге на заводе «Робелл Технолоджи СПб». Адьювант «Импирон-А» – водорастворимый полимер, сверхвысокомолекулярный усилитель и пролонгатор действия пестицидов и агрохимикатов, в том числе микробиологических, в баковой смеси для некорневого применения. Также применяется при обработке семян. Обладает повышенной комплексо- и пленкообразующей способностью. Экологически безопасен. В баковой смеси «Импирон-А» стабилизирует раствор, препятствуя агломерации и оседанию частиц благодаря сорбции полимерных макромолекул на их поверхности. Полимерная матрица адьюванта захватывает

действующие вещества баковой смеси и включает их в свою структуру, образуя лабильные комплексы. Полимер защищает захваченные компоненты баковой смеси от воздействия окружающей среды, сохраняя их биологическую активность. При листовой обработке полимерная матрица с действующими веществами баковой смеси закрепляется на поверхности листа, создавая воздухо- и влагопроницаемый практически мономолекулярный слой. Полимерный слой устойчив к воздействию солнечных лучей, не смывается водой, обеспечивает пролонгированность действия пестицидов, агрохимикатов и биопрепаратов до 2–3 недель. Полимер экологически безопасен, через 2–3 недели, высвободив действующие вещества баковой смеси, разлагается на углекислый газ и воду [3].

Адьюванты – это вспомогательные вещества, которые добавляют в баковые смеси для улучшения характеристик и (или) физических свойств целевого химического соединения. Правильный адьювант может уменьшить или устранить проблемы при распылении, что повысит общую эффективность применяемого состава. Все адьюванты условно можно разделить на две категории: адьюванты для включения в рецептуры химикатов и адьюванты для непосредственного распыления. Адьюванты для включения в рецептуры добавляет к пестицидам сам производитель – это инертные ингредиенты. Адьюванты для распыления – это самостоятельные продукты, которые растениевод добавляет в пестицид аппликатором в соответствии с инструкцией на этикетке [1; 3].

Адьюванты выполняют определенные функции, связанные со смешиванием и применением пестицидов. Это диспергирование, эмульгирование, распространение, прилипание и смачивание. Могут адьюванты уменьшить испарение препарата, пенообразование, снос облака распыления и улетучивание. Подбор правильного адьюванта должен решить проблемы стабильности раствора, качественного нанесения на лист и проникновения через кутикулу. Как тип, так и размер гидрофильных (водорастворимых) и липофильных (жирорастворимых) компонентов ПАВ могут влиять на качество распыления, размер и отскок капель, испарение и поглощение препарата листьями. Длинноцепочные полимеры, используемые для «утяжеления» капель и снижения сноса, в большинстве случаев низкоэффективны, и поэтому пользователям лучше использовать правильно подобранные форсунки, работать при низком давлении для получения желаемого размера капель и проводить обработки в нежаркую и безветренную погоду [1; 2].

Некоторые вспомогательные вещества (в частности, масла и ПАВ) также могут увеличивать перемещение пестицидов через кутикулу растения или насекомого, физически разрушая или растворяя воскообразную поверхность. Для улучшения проникновения пестицидов по этому пути

пестицид должен быть растворим в адьюванте. Соответственно, липофильный адьювант будет лучше всего работать с липофильным действующим веществом, а гидрофильный – будет помогать гидрофильному.

Адьюванты-активаторы предназначены для улучшения активности пестицида. Обычно это достигается за счет уменьшения поверхностного натяжения листа, что приводит к увеличению скорости поглощения целевого препарата. В присутствии адьювантов-активаторов обычно проявляют повышенную активность послевсходовые гербициды.

На основании исследований, проведенных в УО «БГСХА», установлено, что наименьшее поверхностное натяжение имеет адьювант PICO-800 – 20,34 Н/м, а растворы «Адилор» и ПАВ – в пределах 35–38 Н/м. Отмечено, что 0,1 %-й раствор «Адью Ж» снижал поверхностное натяжение капли воды в 2,76 раза. Мониторинг поверхностного натяжения рабочего раствора гербицида «Торнадо» показал высокую эффективность адьюванта PICO-800, где этот показатель снизился почти в два раза и составил 25,25 Н/м. Следующим отмечен «Адью Ж» – 33,79 Н/м. Для остальных растворов эти показатели находились в диапазоне 43,35–47,69 Н/м [1].

Таким образом, одной из составляющих увеличения эффективности и раскрытия потенциала пестицидов является применение адьювантов, которые позволяют получить желаемый эффект от использования средств защиты растений.

Список использованной литературы

1. Гимпель, Р. Д. Сравнительный анализ поверхностного натяжения адьювантов / Р. Д. Гимпель, Е. В. Дударева // Технологические инновации и научные открытия : сб. тр. по материалам XIX Междунар. конкурса науч.-исслед. работ, г. Уфа, 14 окт. 2024 г. – Уфа : Вестн. науки, 2024. – С. 48–56.

2. Дворянкин, Е. А. Смачиваемость листьев растений водой и растворами гербицидов / Е. А. Дворянкин // Сахарная свекла. – 2018. – № 8. – С. 34–35.

3. Захаренко, В. А. Поверхностно-активные вещества и адьюванты // Защита и карантин растений. – 2007. – № 11. – С. 54–55. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/poverhnostno-aktivnye-veschestva-i-adyuvanty> (дата обращения: 13.10.2025).

К содержанию

УДК 577.175.1:576.353

В. В. САВЧУК, А. Н. ТАРАСЮК

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

**ВЛИЯНИЕ ТЕТРАИНДОЛИЛАЦЕТАТА
24-ЭПИКАСТАСТЕРОНА НА ОТНОСИТЕЛЬНУЮ
ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ФАЗ МИТОЗА КЛЕТОК
КОРНЕВОЙ МЕРИСТЕМЫ ЯЧМЕНЯ ОБЫКНОВЕННОГО
(*HORDEUM VULGARE* L.)**

Современное растениеводство остро нуждается в новых подходах к увеличению урожайности сельскохозяйственных культур и повышению их устойчивости к действию неблагоприятных факторов среды. Перспективным направлением для достижения высоких результатов в данном направлении является использование brassinosterоидов. В то же время широкому применению этих соединений для повышения урожайности и устойчивости растений может препятствовать недостаточная изученность их генетической активности. Важным индикатором последней является влияние на митоз как механизм обеспечения ростовых процессов на клеточном уровне [1].

Целью данной работы является оценка генетического действия конъюгата brassinosterоида 24-эпикастастерона с индолилуксусной кислотой – тетраиндолилацетата 24-эпикастастерона (S31) – по его влиянию на относительную продолжительность различных фаз митоза в клетках корневой меристемы ячменя обыкновенного *Hordeum vulgare* L.

В работе использовались семена ячменя обыкновенного сорта Щедрый. Экспериментальные воздействия осуществляли путем замачивания семян в течение 5 часов в растворах исследуемого соединения с концентрациями 10^{-11} , 10^{-10} , 10^{-9} , 10^{-8} , 10^{-7} М (в контроле семена замачивали в воде). Проращивание семян проводили согласно ГОСТ 12038-84 [2]. По достижении корешками длины 1,5–2 см, примерно через 2–3 суток после начала проращивания, их фиксировали в свежеприготовленном спиртоуксусном (3:1) фиксаторе. Цитологические препараты корневой меристемы готовили общепринятым ацетоорсеиновым методом [3].

Анализ препаратов с целью определения относительной продолжительности фаз митоза осуществляли на микроскопе «Микмед 5» при увеличении 15×40 . Для каждого варианта опыта анализировали по пять корешков. Для этого в трех полях зрения для каждого корешка проводили подсчет числа клеток, находящихся на стадиях профазы (П), метафазы (М), анафазы (А) и телофазы (Т) соответственно. Относительную

продолжительность фаз митоза (далее – ОПФМ) (в %) определяли по формулам, аналогичным формуле для профазы (П) [3]:

$$\text{ОПФМ} = \frac{\text{П} \times 100}{\text{П} + \text{М} + \text{А} + \text{Т}}$$

Статистическая обработка полученных данных включала расчет средних значений относительной продолжительности фаз митоза, а также стандартных ошибок средних. Для оценки достоверности различий был использован t-критерий Стьюдента [4].

Данные о влиянии тетраиндолилацетата 24-эпикастастерона (S31) на относительную продолжительность различных фаз митоза приведены в таблице и на рисунке.

Таблица – Влияние тетраиндолилацетата 24-эпикастастерона (S31) на относительную продолжительность фаз митоза в клетках корневой меристемы ячменя

Вариант опыта	Относительная продолжительность, %			
	профазы	метафазы	анафазы	телофазы
Контроль	41,18 ± 2,73	27,58 ± 3,42	9,21 ± 2,79	22,03 ± 4,1
S31, 10 ⁻¹¹ М	39,23 ± 2,38	32,66 ± 1,49	11,85 ± 1,91	16,27 ± 1,44
S31, 10 ⁻¹⁰ М	36,57 ± 2,21	31,18 ± 2,42	14,98 ± 2,07	17,27 ± 2,44
S31, 10 ⁻⁹ М	38,26 ± 1,89	32,13 ± 1,03	13,78 ± 1,96	15,83 ± 1,78
S31, 10 ⁻⁸ М	37,07 ± 1,13	36,27 ± 2,11*	11,5 ± 2,25	15,16 ± 2,26
S31, 10 ⁻⁷ М	35,38 ± 2,40	36,44 ± 3,72	9,12 ± 3,02	19,06 ± 3,31

Примечание – Отличие от контроля достоверно при P < 0,05.

Как следует из приведенных данных, достоверные эффекты влияния тетраиндолилацетата 24-эпикастастерона (S31) на относительную продолжительность фаз митоза отсутствуют, а наблюдаемые отличия от контроля носят характер тенденций. Исключение составляет достоверное увеличение относительной продолжительности метафазы при действии S31 в концентрации 10⁻⁸ М (P < 0,05). Общая тенденция влияния тетраиндолилацетата 24-эпикастастерона на митоз состоит в снижении относительной продолжительности профазы и телофазы и повышении продолжительности метафазы и анафазы. Возможно, наблюдаемый эффект можно объяснить более быстрым протеканием процессов конденсации-деконденсации хроматина в профазе и телофазе и замедлением построения и функционирования веретена деления в метафазе и анафазе при действии исследуемого соединения.

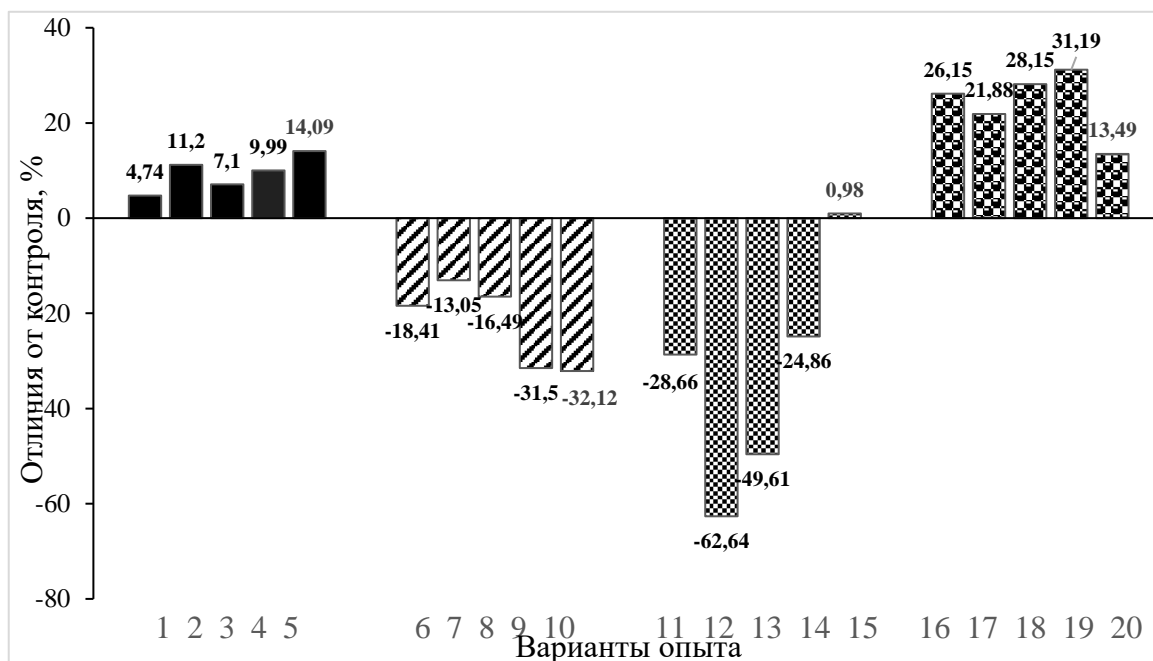


Рисунок – Изменения относительной продолжительности фаз митоза (в сравнении с контролем) при действии тетраиндолилацетата 24-эпикастастерона (S31) (1–5 – профаза, концентрации S31 10^{-11} – 10^{-7} М; 1–5 – метафаза, концентрации S31 10^{-11} – 10^{-7} М; 1–5 – анафаза, концентрации S31 10^{-11} – 10^{-7} М; 1–5 – телофаза, концентрации S31 10^{-11} – 10^{-7} М)

Таким образом, тетраиндолилацетат 24-эпикастастерона (S31) оказывает влияние на митоз в клетках корневой меристемы ячменя, изменяя относительную продолжительность фаз митоза, что свидетельствует о его определенной генетической активности. Эффект воздействия S31 на митоз состоит в снижении относительной продолжительности профазы и телофазы и повышении – метафазы и анафазы.

Список использованной литературы

1. Биологическая активность брассиностероидов и стероидных гликозидов / под общ. ред. С. Э. Карозы ; Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина. – Брест : БрГУ, 2019. – 261 с.
2. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. Межгосударственный стандарт : ГОСТ 12038-84. – Введ. 01.07.86. – М. : Стандартиформ, 2011. – 29 с.
3. Паушева, З. П. Практикум по цитологии растений / З. П. Паушева. – М. : Агропромиздат, 1988. – 271 с.
4. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Мн. : Выш. шк., 1973. – 320 с.

[К содержанию](#)

УДК 691:004.853

И. В. ТРИЩЕНКО, А. В. КАКЛЮГИН, Л. И. КАСТОРНЫХ
Россия, Ростов-на-Дону, ДГТУ

ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ У БУДУЩИХ СТРОИТЕЛЕЙ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ В ВУЗЕ

Рядом федеральных законов Российской Федерации («Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности», «Об охране окружающей среды», «О стратегическом планировании в Российской Федерации» и др.), а также Сводной стратегией развития обрабатывающей промышленности Российской Федерации до 2030 г. и на период до 2035 г. установлены приоритетные направления развития различных отраслей российской промышленности. В их числе энерго- и ресурсосбережение, охрана окружающей среды, а также строительная индустрия. Принятый подход определяет устойчивое развитие среды жизнедеятельности человека [1].

Перечисленные приоритетные направления совершенствования и развития производства особо актуальны для промышленности строительных материалов. Это обусловлено тем, что данную отрасль отличает ряд особенностей. Она потребляет очень большое количество топливно-энергетических и материальных ресурсов (более 20 видов минерального сырья, более 100 наименований горных пород), а также является уникальным переработчиком многих промышленных отходов. Поэтому внедрение на предприятиях промышленности строительных материалов современных технологий, позволяющих организовать выпуск продукции надлежащего качества при минимальном потреблении материальных и энергетических ресурсов, достаточно перспективно и экономически оправданно.

Для успешного решения этих задач необходимы грамотные специалисты, хорошо представляющие себе возможные способы достижения запланированных результатов в сфере конкретной производственной деятельности и последствия принятых решений. Поэтому в настоящее время актуальна проблема формирования экологического мышления у будущих бакалавров, специалистов и магистров всех направлений подготовки.

В настоящей статье изложено несколько моментов, которые следует учитывать при подготовке обучающихся по специальности 08.03.01 «Строительство».

При изучении специальных дисциплин необходимо обращать внимание на возможность производства различных строительных материалов

с использованием отходов. Знакомство с этой проблемой целесообразно начинать с дисциплины «История отрасли и введение в специальность». Такой подход обоснован тем, что принцип экономичности, рациональности был присущ строителям всех времен и народов. Например, древние строители при возведении своих жилищ использовали шкуры и кости убитых животных, которые являлись отходами. Ресурсо- и энергосбережение за счет использования различных отходов хорошо изучено и освещено в учебной, технической, справочной литературе [2; 3]. Многие вопросы использования в строительстве вторичных ресурсов (золы-уноса, вторичных щебня и песка из дробленого бетона и др.) стандартизированы.

Системное ознакомление с современными направлениями энерго- и ресурсосбережения на лекциях должно подкрепляться тематикой лабораторных и практических занятий, а также тематикой курсовых работ и курсовых проектов. Особенно важна работа над курсовыми проектами, так как при их выполнении студенты рассматривают и оценивают технические решения, учитывающие подходы экологического проектирования.

Завершение процесса обучения должно быть ориентировано на самостоятельную проработку будущими выпускниками вуза одного или нескольких направлений энерго- и ресурсосбережения. Глубина этой проработки должна определяться руководителем выпускной квалификационной работы. При этом эффективно опираться на результаты научно-исследовательских работ в отмеченных приоритетных направлениях, выполненных в вузе или опубликованных в печати.

Например, производство некоторых видов бетонных изделий может осуществляться с использованием безобжиговых вяжущих, рециркулируемых материалов, заполнителей из дробленого бетона. В Донском государственном техническом университете в течение ряда лет ведутся исследования в этих направлениях. К научно-исследовательской работе привлекаются и студенты. В выпускных квалификационных работах, опираясь на экспериментально полученные результаты, они проектируют составы бетона, разрабатывают технологию производства различных строительных материалов и организацию контроля качества их производства.

Исследования безобжиговых вяжущих актуальны, так как ориентированы на разработку вяжущего, которое отличается меньшей энергоемкостью. Кроме того, для его получения может использоваться и вторичное сырье, вовлечение которого в производство представляет собой рециклинг. Это ангидрит, добываемый попутно при добыче гипсового камня для производства гипсовых вяжущих, и техногенный ангидрит, являющийся отходом химической промышленности.

В выпускных квалификационных работах данного направления особое внимание уделяется обоснованию энергетической эффективности

бетонных изделий на основе безобжигового ангидритового вяжущего. Для доказательства этого преимущества при расчете технико-экономических показателей учитываются затраты электроэнергии и условного топлива на производство 1 т традиционного гипсового вяжущего и 1 т безобжигового ангидритового вяжущего [4]. Сравнительная оценка показателей энергоемкости позволяет сделать обоснованные выводы об эффективности принятого технического решения. Такой подход рационально применять и в выпускных квалификационных работах другой тематики.

Примером другого актуального направления использования рециркулируемых материалов, которое может прорабатываться в выпускных квалификационных работах, является использование на заводах товарного и сборного железобетона систем рециклинга. При производстве товарного бетона, строительных растворов, бетонных и железобетонных изделий это заполнители (песок, щебень, гравий) и вода. Применение систем рециклинга отвечает современным требованиям обязательного включения в состав проектной документации мероприятий по предотвращению или снижению возможного негативного воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду. Эффективность использования систем рециклинга следует доказывать детальными технико-экономическими расчетами [5].

Список использованной литературы

1. Уварова, С. С. Методический подход к планированию реализации устойчивых конкурентных преимуществ производственного предприятия на инновационной основе / С. С. Уварова, М. В. Гусев, П. В. Шаталов // Экономика строительства. – 2025. – № 7. – С. 272–275.
2. Каклюгин, А. В. Материалы для жилищного, промышленного и дорожного строительства : учеб. пособие / А. В. Каклюгин, И. В. Трищенко. – М. ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. – 260 с.
3. Белов, В. В. Использование вторичных сырьевых ресурсов в производстве строительных материалов : учеб. пособие / В. В. Белов, В. Б. Петропавловская. – Тверь : ТГТУ, 2017. – 120 с.
4. Трищенко, И. В. Об оценке эффективности инвестиций в инновационные направления развития промышленности строительных материалов / И. В. Трищенко, А. В. Каклюгин // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2018. – Т. 8, № 2 (25). – С. 73–83.
5. Техничко-экономическая эффективность применения самоуплотняющихся бетонных смесей в монолитном строительстве / Л. И. Касторных, М. А. Гикало, А. В. Каклюгин [и др.] // Современные тенденции в строительстве, градостроительстве и планировке территорий. – 2024. – № 3 (3). – С. 22–32. – DOI: 10.23947/2949-1835-2024-3-3-22-32.

[К содержанию](#)

УДК 338.48

Д. В. ШАПОВАЛ, Н. С. СТУПЕНЬ

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

СТАТИЧНАЯ ИНФОГРАФИКА КАК СПОСОБ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Изучение органической химии связано с усвоением сложных и абстрактных понятий, таких как строение органических веществ, химические превращения и пространственное расположение атомов. При изучении органической химии в школе у учащихся часто возникают трудности, так как им трудно понимать, как же все описанные процессы происходят в реальности. Визуализация помогает сделать эти понятия более доступными и понятными для учащихся, что позволяет им лучше усваивать материал и развивать пространственное мышление, а это особенно важно в стереохимии и изучении механизмов реакций. Использование моделей, компьютерных симуляций, анимаций и графиков способствует более глубокому пониманию химии на молекулярном уровне и улучшает результаты обучения. Кроме того, визуализация повышает интерес к предмету и мотивацию к изучению органической химии. Также химия как наука неразрывно связана с экологическими процессами, и именно в рамках школьного образования у учащихся есть возможность изучить, как химические реакции влияют на окружающую среду, какие вещества могут быть опасными, а какие – полезными для экосистемы.

Цель – применить метод статичной инфографики для визуализации теоретического материала по теме «Природные источники углеводородов и их использование».

В учебном пособии «Химия» для 10 класса очень мало тем, в которых отображаются современные экологические проблемы. При анализе учебника было обнаружено, что лишь в пяти параграфах затрагиваются экологические аспекты: химические свойства, получение и применение алканов; получение и применение алкенов; химические свойства, получение и применение бензола; природные источники углеводородов и их использование; химические свойства, получение и применение фенола. Анализ школьного учебника показал низкий уровень содержания тем экологической направленности, тем не менее очень важно уметь предоставлять информацию, используя различные методы визуализации: интеллект-карты, скрайбинг, анимации химических реакций, интерактивные программы и виртуальные лаборатории, дополненную реальность, блок-схемы, статичную инфографику.

На наш взгляд, именно статичная инфографика является наиболее простой, но при этом одной из эффективных. Статичная инфографика – метод визуализации информации, при котором чаще всего изображается одиночный слайд без анимированных элементов, на котором кратко отображена вся необходимая информация. Она помогает просто и интересно доносить сложную информацию, что облегчает восприятие и удержание внимания аудитории, особенно в условиях низкой концентрации внимания. Информация в таком формате легко запоминается. Также при использовании статичной инфографики нет строгих шаблонов, что дает свободу для творчества. Кроме того, такой метод визуализации облегчает восприятие больших объемов данных и экономит время по сравнению с простым чтением текста или таблиц. Также к преимуществам статичной инфографики относится и легкость распространения, т. е. статичными изображениями легко делиться в социальных сетях, использовать их в презентациях и документах. Не менее важным является и то, что для просмотра статичной инфографики не нужно иметь специального программного обеспечения. При использовании статичной инфографики необходимо выделять ключевые аспекты и факты, что позволяет сразу же сосредоточиться на самом главном. Одним из важных преимуществ является то, что статичная инфографика может использоваться и оставаться актуальной на протяжении длительного времени. Несмотря на вышеперечисленные преимущества статичной инфографики, можно выделить несколько ее недостатков. Статичная инфографика не дает возможности пользователям взаимодействовать с данными, что может ограничивать их понимание. Мы живем в мире, где каждый день появляется много новой информации и данных, поэтому статичную инфографику нужно постоянно пересоздавать и создавать новые продукты. Также в статичной форме очень трудно представить большое количество данных. Иногда трудно бывает передать сложные концепции или многоуровневые данные в статичном виде, из-за чего возникают сложности с детализацией. Так как статичная инфографика является наиболее эффективной и удобной в использовании, а также имеет множество преимуществ, при создании конечного продукта мы использовали именно данный метод визуализации информации.

В § 21 «Природные источники углеводородов и их использование» учебника по химии для 10 класса в наибольшей степени отображены экологические проблемы, к которым может привести неправильное использование углеводородов, именно поэтому данный параграф был выбран для создания продукта, который представлен на рисунке.



Рисунок – Природные источники углеводородов и их использование

Использование статичной инфографики в химии представляет собой мощный инструмент для визуализации сложных данных и концепций. Продукт, созданный на основе статичной инфографики, демонстрирует, как этот метод может быть применен на практике. В созданном продукте кратко отображено содержание параграфа, а также поднимаются важные вопросы экологических проблем: загрязнение нефтью окружающей среды и способы решения данной проблемы, экологические аспекты использования природного газа, а также его состав. Упомянутые экологические проблемы являются очень важными и актуальными в наше время.

Статичная инфографика не только упрощает восприятие информации, но и способствует ее запоминанию, что особенно важно в образовательном процессе. Несмотря на некоторые недостатки, статичная инфографика остается актуальным и востребованным средством коммуникации в химии. Таким образом, статичная инфографика как один из способов визуализации учебного материала является ценным инструментом, позволяя эффективно делиться знаниями и формировать знания об экологических аспектах органических веществ

Список использованной литературы

1. Химия : учеб. пособие для 10 кл. учреждений сред. образования с рус. яз. обучения / Т. А. Колевич, Вадим Э. Матулис, Виталий Э. Матулис, И. Н. Варакса. — Мн. : Адукацыя і выхаванне, 2019. — URL: https://adukar.com/images/photo/Himiya_10kl_Kolevich_rus_2019.pdf (дата обращения: 11.10.2025).

К содержанию

УДК 66.0+502/504

Т. А. ШИПАЕВА

Россия, Волгоград, ВолГУ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ВЫЗОВЫ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ: СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИХ РЕШЕНИЯ

Химическая промышленность является одной из ключевых отраслей мировой экономики, обеспечивая производство материалов, лекарств, топлива и других жизненно важных продуктов. Однако ее развитие сопровождается серьезными экологическими вызовами: загрязнением окружающей среды, выбросами токсичных веществ, накоплением опасных отходов.

Уже сегодня нанотехнологии шагнули практически во все сферы жизни. Наноиндустрия проникает и в строительную отрасль. Например, такой материал, как керамический наноцемент или фосфатная керамика, отличается высокой прочностью и огнестойкостью, высоким сопротивлением химическому разложению и замерзанию. В отличие от традиционного бетона, он отвердевает даже под водой. Наночастицы сейчас используются и в парфюмерии, и в медицине. В настоящее время в связи с ростом количества токсичных газовых выбросов автомобильного транспорта растет и загрязнение атмосферы мегаполисов, вызывая ухудшение здоровья и условий жизни народонаселения. Представим распределение по федеральным округам объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от атмосферного транспорта:

Дальневосточный – 5 %;	Сибирский – 15 %;
Уральский – 9 %;	Северо-западный – 10 %;
Центральный – 26 %;	Приволжский – 20 %.
Южный – 15 %;	

Большинство существующих на сегодняшний день методик оценки качества окружающей среды направлено на выявление степени химического/физического загрязнения. Эти методики абсолютно неприменимы для выявления нанозагрязнения. Экологический мониторинг в будущем ждут большие перемены [1]. Уже сейчас необходимо разрабатывать эффективные методы оценки воздействия на окружающую среду антропогенной деятельности.

Современные методы водоочистки позволяют эффективно удалять широкий спектр загрязнителей.

Мембранные технологии (микрофильтрация, ультрафильтрация, нанофильтрация, обратный осмос) обеспечивают селективное отделение

растворенных веществ по размеру молекул. Обратноосмотические установки способны удалять до 99 % солей, тяжелых металлов и органических соединений.

Адсорбционные методы используют активированные угли, цеолиты, глинистые минералы и синтетические сорбенты. Особенно эффективны для удаления токсичной органики (фенолы, пестициды), красителей, тяжелых металлов. Современные разработки включают модифицированные сорбенты с повышенной избирательностью.

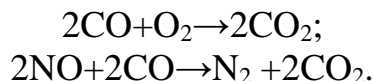
Озонирование – окислительный метод, разрушающий сложные органические соединения до безвредных компонентов (CO_2 , H_2O). Озон (O_3) эффективен против фармацевтических отходов, эндокринных дизрупторов, патогенной микрофлоры. Часто комбинируется с УФ-излучением (фотоозонирование) для повышения эффективности.

Дополнительно применяются:

- электрохимические методы (электрокоагуляция, электрофлотация);
- биологические очистные сооружения с активным илом;
- реагентные методы (коагуляция, флокуляция).

Газоочистка. Для очистки промышленных выбросов используются:

1. Каталитические нейтрализаторы – устройства с нанесенными катализаторами (платина, палладий, оксиды металлов), превращающие токсичные газы в менее вредные:



2. Скрубберы (мокрые газоочистители) поглощают газообразные загрязнители жидкостью (водой или реагентными растворами). Эффективны для улавливания:

- кислых газов (SO_2 , HCl , HF);
- аммиака;
- летучих органических соединений.

3. Адсорберы с активированным углем – для очистки от паров растворителей, запахов, низкоконцентрированных токсичных газов.

4. Электрофильтры – удаляют твердые частицы и аэрозоли за счет ионизации и осаждения на электродах.

Зеленая химия. Принципы зеленой химии [2] направлены на предотвращение образования отходов:

- разработка **менее токсичных аналогов** промышленных химикатов (например, замена хроматов на фосфаты в антикоррозионных покрытиях);
- использование **биоразлагаемых растворителей** (ионные жидкости, сверхкритический CO_2);

- катализ вместо стехиометрических реакций (снижение расхода реагентов);
- атомная экономика (максимизация включения исходных атомов в конечный продукт);
- минимизация вспомогательных веществ (растворителей, защитных групп).

Примеры: биополимеры на основе крахмала, соевого масла; нетоксичные красители; экологичные поверхностно-активные вещества на основе сахаров.

Биоремедиация – использование живых организмов для детоксикации.

Микроорганизмы-деструкторы (бактерии, грибы) разлагают:

- нефтепродукты (*Pseudomonas*, *Rhodococcus*);
- хлорорганические соединения (*Dehalococcoides*);
- нитроароматические взрывчатые вещества.

Фиторемедиация – очистка почв и вод растениями:

- гипернакопители тяжелых металлов (*Thlaspi caerulescens* для цинка и кадмия);
- тростниковые фильтры для очистки сточных вод;
- водоросли (*Chlorella*, *Spirulina*) для извлечения металлов.

Вермиремедиация – использование дождевых червей для детоксикации почв (биоаккумуляция и фрагментация токсинов).

Итак, чтобы сохранить химический баланс биосферы, необходимо соблюдать условия для здоровья планеты и будущих поколений. Это требует совместных усилий науки, промышленности и общества по снижению химической нагрузки и переходу к экологически безопасным технологиям.

Список использованной литературы

1. Фомин, Г. С. Химия и экологический мониторинг / Г. С. Фомин. – СПб. : Лань, 2021. – 303 с.
2. Анастас, П. Зеленая химия: теория и практика / П. Анастас, Дж. Уорнер. – М. : Наука, 2020. – 148 с.

К содержанию