

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

**ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ, МОНИТОРИНГА И СОХРАНЕНИЯ
БИОРАЗНООБРАЗИЯ**

Электронный сборник материалов Международной научно-практической
экологической конференции

20 ноября 2025 года

Брест
БрГУ имени А.С. Пушкина
2025

1 – сведения об издании
УДК 504.06+574(075)+543.2(075)+631.95+502.37
ББК 28.088(4Беи)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 **Босак В. Н.**

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

Проблемы оценки, мониторинга и сохранения биоразнообразия [Электронный ресурс] : 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. – 264 с. –

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(4Беи)431

2 – производственно-технические сведения

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.....	13
Белослудцева А. Ю. Определение И прогнозирование изменений наземного покрова Кезского района Удмуртской Республики по спутниковым данным Landsat.....	16
Вабищевич М. М Биоморфологическая структура урбanoфлоры города Пинска.....	20
Воронко А. Н., Янчуревич О. В. Анализ спектров питания зеленых лягушек рода <i>Pelophylax</i> на урбанизированных территориях.....	23
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.....	27
Гранковская Т. А. Энтомологическое слежение как способ контроля численности иксодовых клещей на территории г. Гродно.....	30
Грядунова О. И., Пташиц В.А. Особенности режима увлажнения г. Бреста в условиях изменения климата.....	33
Давыдовская Е. А., Минакова Е. С., Павлова Е. Е., Коцур В. М., Жерносеков Д. Д. Ферментативная активность ксилотрофных грибов севера Беларуси.....	37
Дорошук А. А., Ступень Н. С. Анализ содержания диоксида серы в атмосферном воздухе г. Брест за период 2022–2024 гг.....	40
Дудкина А. О. Пчелиные (Hymenoptera: Apoidea) – посетители васильков (<i>Centaurea Linnaeus, 1753</i>) в условиях различных биотопов Национального парка «Нарочанский».....	43
Жигульская В. А., Янчуревич О. В. Видовой состав водных и околоводных животных озер заказника Республиканского значения «Выдрица»...	46
Жук В. А., Бульская И. В. Формирование экологического сознания учащихся через исследование проблемы загрязнения малых рек поверхностным стоком с автомобильных дорог.....	49

Колмаков П. Ю., Жерносеков Д. Д. Особенности распределения тонких корней ели европейской по почвенному профилю.....	52
Кучма Д. М., Окоронко И. В. Ключевые географические объекты Дрогичинского района.....	55
Ломако М. А. Шмели (<i>Bombus Latr.</i>) – посетители соцветий спиреи японской (<i>Spiraea japonica</i>) на территории парковых зон г. Минска.....	59
Мартысюк А. Ю., Ступень Н. С. Формирование экологических знаний на уроках химии с использованием визуализации.....	62
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.....	65
Охременко Ю. И., Ризевский В. К., Гайдученко Е. С. Филогеография и генетическое разнообразие линя <i>Tinca tinca</i> (Linnaeus, 1758) в водных объектах Беларуси.....	71
Солодовников И. А., Рымкевич А. С. Редкие и новые виды долгоносиков (Curculionidae) для территории Республики Беларусь. Часть 25.....	74
Солодовников И. А., Кузнецов В. А. Редкие и новые виды жесткокрылых (Coleoptera) для территории Республики Беларусь. Часть 26.....	77
Тарасенко Е. А., Коротеева Д. О. Таксономический состав жалоносных перепончатокрылых (Hymenoptera: Aculeata) – посетителей соцветий золотарника канадского (<i>Solidago canadensis</i> L.) в условиях Борисовского района (Минская область).....	80
Токарчук С. М., Борисюк М. Г., Нестерович А. В. Особо охраняемые природные территории Бреста.....	83
Fayzullaeva D. B. Results of aerobiological monitoring conducted in the Republic of Uzbekistan: a case study of the Surkhandarya region.....	86
Черноморец А. В., Самусенко И. Э. Результаты анкетного учета белого аиста в Беларуси в 2024 г.	90
Юрчик Д. С., Рыжая А. В. Видовое разнообразие и экологическая структура жесткокрылых (Coleoptera) в лесопарковых зонах г. Гродно.....	94
Яковчик Ф. Г., Буга С. В. Поврежденность тератформирующими и минирующими фитофагами дуба черешчатого (<i>Quercus robur</i> L.) в зеленых насаждениях населенных пунктов Налибокской пущи.....	97

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

Аннаниязова В. М., Матусевич Н. М. Ядовитые растения отдела «Агробиология».....	101
--	-----

Бондарева Л. Л. Капуста японская: пополнение сортимента капустных культур в средней полосе России.....	104
Геленко В. Н. Таксономия альгофлоры озера «Вычулки».....	107
Головач Д. Н., Селевич Т. А. Мониторинг редких видов сосудистых растений озера Белое (Лунинецкий район, Брестская область).....	110
Гудная Н. В. Подбор IPBS маркеров для изучения генетических особенностей популяций <i>Siella erecta</i> (Huds.) M. Pimen.....	113
Домась А. С., Дронов М. А. Использование гуминового препарата «Гуми» для преодоления углеводородного стресса при загрязнении почвы моторным маслом.....	117
Ермолаева О. Ю., Старча А. Н. Нахodka <i>Didymodon tophaceus</i> (Brid.) Lisa в Ростовской области.....	121
Кельник А. С., Сакович А. А. Особенности таксономической структуры и встречаемости мохообразных-эпифитов в условиях северо-восточной части лесопарка «Румлево» (Гродно).....	124
Корольчук В. А. Штаммовые особенности микромицетов <i>Penicillium</i> spp. выделенных из очагов биоповреждений жилых комнат.....	128
Короткая А. А., Созинов О. В. Разногодичная изменчивость эколого-ценотических и морфометрических характеристик <i>Impatiens glandulifera</i> речных долин г. Гродно.....	132
Кравчук В. Г., Матусевич Н. М. Гастероидные базидиомицеты Беловежской пущи.....	135
Кутас Е. Н. Сохранение биоразнообразия растений посредством клonalного микроразмножения.....	138
Mackeen Masheefa, Kuntsevich Z. S. Climate change and the future of Sri Lanka's ayurvedic medicinal plants: ecological and conservation challenges..	141
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.....	144
Мялик А. Н., Титок В. В. Результаты таксономической верификации некоторых травянистых растений из коллекций ЦБС НАН Беларуси.....	148
Пинчук В. И., Левковская М. В. Определение состояния поверхностных вод в промзоне г. Гомеля с использованием <i>Lemna minor</i> L.....	151
Привизенцева Д. А., Кислая А. С., Дрозденко Д. В., Гуляева М. А. Влияние гидроуглей из древесных отходов на активность каталазы чернозема обыкновенного.....	154
Романюк И. А. Болезни древесных интродуцентов г. Кобринा.....	157
Садковская А. И., Созинов О. В. Флористический состав прибрежно-водной полосы гравийного карьера «Осочники-1» (Гродненский район)..	160

Селевич Т. А. Виды семейства Salicaceae Mirb. на территории заастающего мелового карьера в окр. г. Гродно.....	163
Степанов В. А. Репа листовая для салатных линий.....	166
Талерчик В. С., Жебрак И. С. Микотрофность <i>Vaccinium uliginosum L.</i> болотных сосняков.....	169
Храмцов А. К., Передерий А. Ю., Репетуева Ж. Я., Сапсалева А. А. Фитопатогенные микромицеты на территории города Могилева.....	172
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).....	175
Шимко И. И., Мержвинский Л. М., Стрижонок С. И. Характер распространения некоторых заносных видов рода <i>Ranunculus L.</i> в Витебской области, современное состояние их популяций.....	178
Шкуратова Н. В. Сравнительная анатомия стебля некоторых видов хозяйствственноценных бобовых.....	181

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

Батиров Х. Ф., Салимова Р. А., Уразов М. С., Турдимурадов Д. М. Зимние промежуточные для овощных культур.....	184
Богдасарова К. М., Ленивко С. М. Пролиферация сортов жимолости под влиянием 6-бензиламинопурина в условиях <i>in vitro</i>	187
Бульская И. В. Экологизация школьного химического образования....	190
Деменкова Н. В., Конюшко Т. А. Актуализация содержания химических дисциплин в медицинском университете через призму современных экологических проблем.....	193
Джос Е. А., Пышная О. Н., Байков А. А. Видовое разнообразие перца острого (<i>Capsicum spp.</i>), как источника витаминов и антиоксидантов....	196
Каваленка А. М. Экалагічнае выхаванне студэнтаў праз прафесійна значную праектную дзеянасць на замежнай мове.....	200
Кайдалова М. О., Колбас Н.Ю. Влияние эколого-совместимых технологий выращивания смородины на антиоксидантную активность плодов..	203
Коваленко В. В., Ступень Н. С. Содержательные взаимосвязи экологии и химии как средство формирования экологической компетенции.....	206
Конопацкая О. А., Ступень Н. С. Методика моделирования расчетных задач по химии экологической направленности для учреждений общего среднего образования.....	209
Корзюк О. В. Физиологические особенности действия брассиностероидов на рост амаранта.....	212

Корпанов Р. В. Агроэкологические аспекты ограничение экспансии многолетнего люпина как источника инфекции антракноза.....	215
Ленивко С. М., Бойко В. И. Краеведческий принцип в формировании функциональной экологической грамотности обучающихся.....	220
Лешик С. Н., Бульская И. В. Засоление почв и его влияние на рост и физиологические особенности кресс-салата (<i>Lepidium sativum L.</i>).....	223
Лешик С. Н. Исследовательская деятельность учащихся как инструмент экологического образования.....	226
Лукьянчик И. Д., Кондратюк А. В. Эффективность использования регуляторов роста для повышения качества продукции и урожайности растений рода <i>Eruca</i>	229
Мамажанов Р. И., Батиров Х. Ф., Кадиров Ш. А., Абулфайзиева И. Ю. Формирование урожая зимних культур в условиях Узбекистана.....	232
Марчук Д. В., Ступень Н. С. Исследование жесткости питьевой воды микрорайонов г. Пинска (Республика Беларусь, Брестская область).....	235
Mahima Akter, Kuntsevich Z. S. Invaromental pollution and ecological problems in Bangladesh.....	238
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>	240
Побудей В. Е. Зависимость эффективности корневой формы инокулюма арbusкулярных микоризных грибов разных видов от длительности его хранения.....	243
Поддубная О. В. Роль адъювантов в пестицидной нагрузке.....	246
Поддубная О. В. Аспекты химической экологии в гидрохимии при изучении роли pH водных экосистем	249
Савчук В. В., Тарасюк А. Н. Влияние тетраиндолилацетата 24-эпикастастерона на относительную продолжительность фаз митоза клеток корневой меристемы ячменя обыкновенного (<i>Hordeum vulgare L.</i>).....	252
Трищенко И. В., Каклюгин А. В., Касторных Л. И. Формирование экологического мышления у будущих строителей в процессе обучения.....	256
Шаповал Д. В., Ступень Н. С. Статичная инфографика как способ визуализации при изучении органической химии.....	259
Шипаева Т.А. Экологические вызовы химической промышленности: современные технологии их решения.....	262

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

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, они 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 демутационной 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, предпочтаемые 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 заражающей 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 третьей–шестой стадиях их доля составляет 40,5–46,7 % видов и 66,7–80,9 % общего обилия (таблица). На древесно-кустарниковой растительности кормятся многие воробышкообразные. Кустарники и кроны деревьев используют для поиска кормовых объектов 4 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 третьей–шестой стадиях сукцессии. В воздухе разыскивают и добывают корм 2 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 кормодобычиания очень широк: здесь есть истинные собиратели (зяблик, славки), собиратели-извлекатели (синицы), проникающие собиратели (зарянка), подстерьегатели (мухоловки), преследователи (пеночки) и др. В группу хищников входит 5 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 кормодобычиания все ярусы, 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 смешанных юго-западной Беларуси / И. В. Абрамова // Журнал об-

щей 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 : [сайт]. – 2025. – URL: <https://doi.org/10.2173/avilist.v2025> (дата обращения: 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 им. Ш. Рашидова

ИЗ ИСТОРИИ СОЗДАНИЯ РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА В УЗБЕКИСТАНЕ

Аннотация. В статье рассматриваются рекреационные аспекты ландшафтов в Узбекистане и, на этой основе, а также изучения и наблюдений сделаны соответствующие выводы, которые могут быть учтены в данной области. Особая роль в ней отводится историческим фактам и международным сведениям, регламентирующих 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 растет количество научных источников по ландшафтovedению и, как известуют имеющиеся источники литературы, излагаются вопросы структуры, динамики, развития деятельности, устойчивости ландшафтов, относящихся к вопросам антропогенного и прикладного ландшафтovedения. В этой связи проблема сохранения и функционирования культурных (в том числе рекреационных) ландшафтов является весьма актуальной задачей, как и охрана естественного ландшафтного в контексте биологического разнообразия [1, с. 421; 3, с. 826–829].

В этой плоскости ряд ученых отмечают, что в настоящее время ландшафтovedение занимается созданием научных основ для повышения эффективности взаимодействия человека и природы, разработкой методов создания ландшафтов в нашей деятельности. Между тем в республике также существуют охраняемые территории, предназначенные для охраны историко-культурных, природных ландшафтов и из них значительные площади занимают культурно-исторические, природные, рекреационные ландшафты [2, с.10–19].

Развитие системы охраняемых природных территорий в Узбекистане хотя началось в 30-е годы прошлого столетия, но с создания системы заповедников в отличие от других регионов, возводились ещё со времен величного Амира Темура в период 1378–1404 гг. как в самом городе Самарканде и 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, могут стать одним из направлений решения важнейших социально-экономических проблем развития республики. Так, первые упоминания о садах Темура известны из записей историков и поэтов того времени.

Средневековый историк Хафизи Абру 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. И надо отдать должное, что эти сады были в основном двух типов [7, с. 151–159].

Первый вид назывался по тюркски «чорбог» – геометрически прямоугольные и каждая сторона простиралась примерно в один километр. По территории этого вида садов протекали четыре ручья и разделяли этот сад поровну на четыре части. Сад был окружён глинобитной стеной и в четырёх углах этих стен были минареты, а в центре сада расположен дворец. Ворота этого вида садов как правило, располагались в сторону города.

Второй вид садов не имел чётких геометрических сторон и располагался в естественных зарослях и оставался нетронутым. В углах этих садов располагался только небольшой дворец и несколько шатров, а также фонтаны и водоёмы. Этот вид садов имел богатую растительность и животный мир. Кроме этого вида садов, в окрестностях Самарканда располагались ещё несколько различных садов, а в последствии возведения и взращивания их продолжали потомки Амира Тимура.

Живописный сад «Багибаланд» – один из двенадцати садов Амира Тимура, был расположен на левом берегу реки Зарафшан на склоне гор Чупаната, отсюда и получил свое название. Древний сад упоминается в книге З. Бабура «Бабурнаме», он был построен великим Тимуром для любимой внучки Огабегим, дочери его сына Мироншаха. Ценитель всего прекрасного великий Темур был не только жестким правителем, но и маститым зодчим по градостроительству. Об этом свидетельствуют местные жители, бережно хранящие историю края, знающие и передающие особый секрет выращивания местного инжира из поколения в поколение.

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

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

Выводы. Таким образом, в основе садово-паркового искусства времен Темура и Темуридов лежал многовековой опыт земледельцев и традиции садово-парковой архитектуры и секреты обработки земли и выращивания растений и деревьев передавались из поколения в поколение, собирались учёными и систематизировались.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алибеков, Л. А. Эколого-географические проблемы Центральной Азии / Под ред. академика РАН Бабаева А. Г. – Самарканд, 2010. – 421 с.
2. Алибеков, Л. А. Рекреационный потенциал и перспективы развития туризма в горных регионах Узбекистана / Л. А. Алибекова [и др.] // Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe (East European Scientific Journal). – № 3(19). – 2017. – С.10–19.
3. Гаппаров, А. Н. Рекреационные возможности развития населенных пунктов в горных районах Узбекистана // «Экономика и социум». – №4(131)-1 2025. www.iupr.ru. – С.826–829.
4. Культурный ландшафт как объект наследия // Под ред. Ю. А. Веденина, М. Е. Кулешовой. – М. : Институт Наследия; СПб., 2004. – 620 с.
5. Эргашева, М. К. Эволюция и формирование концепции культурного ландшафта в Узбекистане // Материалы XIV Междунар. ландшафтной конф. – Воронеж, 2023. – С.163–164.
6. Шишкина, А. А. Культурный ландшафт: основные концепции // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. – 2011. – № 1 (21). – С. 151–157.
7. Operational Guidelines for the Implementation of the World Heritage Convention [сайт]. – URL: <https://whc.unesco.org/en/guidelines/>. (дата обращения: 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
ДАННЫМ 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 (ДЗЗ), позволяющие проводить многолетний анализ и строить прогнозные модели [3; 4].

Программа Landsat, функционирующая с 1972 года, предоставляет уникальный по своей продолжительности и доступности архив спутниковых данных, что делает её 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 годы;
- 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 года 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, берёзы 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 съёмки
Landsat-5	Landsat-5 TM	10 августа 2010
Landsat-8	Landsat-8 OLI	24 июля 2018
Landsat-8	Landsat-8 OLI	12 апреля 2024

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: берёзы 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: берёзы, осины, сосны, и ели.
4. «Трава»	Травянистый покров, представленный многолетними травами на лугах и растительностью на землях сельскохозяйственного назначения.
5. «Открытые»	Не покрытые растительностью (населённые 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 алго-

ритм нейронных сетей (многослойный перцептрон). Точность модели оценивалась с помощью каппа-статистики, значение которой составило $>0,8$.

Проведенный анализ выявил значительные изменения в структуре наземного покрова Кезского района за период с 2010 по 2024 год (рисунок 1).

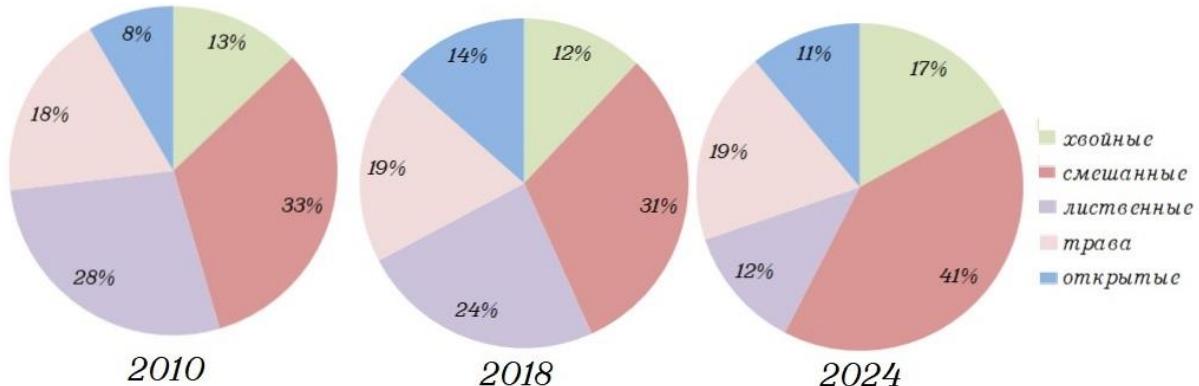


Рисунок 1 – Диаграмма распределения площадей классов наземного покрова за 2010-2024 гг.

Наиболее распространенным классом на всей территории исследования являются смешанные леса. Их площадь в 2010 году составляла 32,5 % от общей территории района. К 2018 году наблюдалось незначительное сокращение (на 1,3 %), однако к 2024 году площадь смешанных лесов увеличилась на 9 % по сравнению с 2010 годом, 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 году, но к 2024 году 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 году, но темпы прироста замедлились к 2024 году (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 год. Согласно прогнозу, к 2030 году 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 зарашиванием 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. Барталев, С. А. Спутниковое картографирование растительного покрова России / С. А. Барталев [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. Шихов, А. Н. Тематическое дешифрирование и интерпретация космических снимков / А. Н. Шихов [и др.]. – Пермь : ПГНИУ, 2020. – 191 с.
5. Landsat // NASA Official : [сайт]. – URL: <https://landsat.gsfc.nasa.gov> (дата обращения: 16.03.2025).
6. Геологическая служба США (USGS) // EarthExplorer : [сайт]. – URL: <https://earthexplorer.usgs.gov/> (дата обращения: 21.02.2025).

К содержанию

УДК 581.93

М. М. ВАБИЩЕВИЧ

Минск, Центральный ботанический сад НАН Беларуси

БИОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА УРБАНОФЛОРЫ ГОРОДА ПИНСКА

В контексте исследования урбanoфлоры, экобиоморфы представляют особый интерес, поскольку «биологический спектр» любой страны, а именно процентное соотношение жизненных форм, служит важным индикатором не только почвенно-климатических и ценотических условий территории, 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 экологобиологических адаптаций, формируя тем самым собственную жизненную форму [0; 0]. В совокупности такие формы создают динамическую структуру урбanoфлоры, отражающую не только текущее состояние экосистем, но и направления их дальнейшей трансформации, что особенно актуально в эпоху глобальной урбанизации.

На сегодняшний день урбanoфлора Пинска насчитывает 1096 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 [0], 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 урбanoфлоре 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 многим другим, устойчивость к антропогенным воздей-

ствиям, а также способность к быстрому восстановлению после сезонных изменений и механических нарушений среды.

Таблица – Состав жизненных форм урбanoфлоры города Пинска

Жизненная форма по К. Раункиеру	Спонтанная флора		Аборигенная флора		Чужеродная флора		Культурная флора	
	кол-во	%	кол-во	%	кол-во	%	кол-во	%
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:	77	8,64	57	13,67	20	4,22	113	31,39
В том числе:								
-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 представителиrudерально-сегетальных растений – *Panicum hillmanii*, *Avena sativa*, *Amaranthus retroflexus*, *Setaria viridis*, *Bromus hordeaceus* и некоторые другие, высокая семенная продуктивность которых обеспечивает им успешную конкуренцию с многолетниками.

Что касается видового разнообразия среди других биоморф, 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 не способной в условиях городской среды в полной мере реализовать свою фанерофитную стратегию [0]. 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 субурбanoфлоры. 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 sera*, *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 города 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 geografiens / C. Raunkiaer. – Kobenhavn : Nordinsk forlag, 1907. – 132 p.

К содержанию

УДК 591.13

А. Н. ВОРОНКО, О. В. ЯНЧУРЕВИЧ

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

АНАЛИЗ СПЕКТРОВ ПИТАНИЯ ЗЕЛЕНЫХ ЛЯГУШЕК РОДА *PELORHYNAX* НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Сохранение биоразнообразия в урбанизированных ландшафтах требует детального изучения параметров окружающей среды, обеспечивающих существования 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 их часто используют 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 города Гродно и окрестностей.

Полевые исследования проводили с апреля по сентябрь 2025 года на территории города Гродно и в его окрестностях. Для сравнительного анализа спектров питания зеленых лягушек выбраны два модельных водоема: стационарный водоем, расположенный на территории лесопарка Ольшанка, и мелиоративный канал, находящийся в окрестностях города Гродно, на территории Гродненского района, Путришковского сельсовета, в деревне Заболотье. Описание модельных водоемов проводили по стандартизованным бланкам ведения мониторинга для земноводных, что позволило оценить их экологические характеристики. Для определения степени антропогенной нагрузки на водоемы использовали балльную оценку, 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 (УП) протяженностью в 100 м. Анализ спектров питания амфибий проводили на самом крупным участке мелиоративной системы с площадью водной поверхности 1 100 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, Gyrinidae. 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, и только 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 пчёлы и осы, что может быть связано с рекреацией и обилием цветущих растений в прибрежной зоне. Напротив, в мелиоративной системе, несмотря на меньшую антропогенную нагрузку, но при более открытой и однородной среде обитания, рацион смешен 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. бiol. наук : 03.00.16 / Спирина Елена Владимировна ; Ульян. гос. ун-т. – Ульяновск, 2007. – 23 с.
2. Вершинин, В. Л. Экологические особенности популяций амфибий урбанизированных территорий : автореф. дис. ... д-ра бiol. 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. бiol. наук / Дробенков Сергей Михайлович ; Акад. наук Беларуси, Ин-т зоологии. – Минск, 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**
Минск, ГНПО «НПЦ НАН Беларусь 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 Беларусь, были проведены в середине XIX в. Кесслером К. Ф., Коревым А., Цебриковым М. М. и позднее продолжены такими исследователями, как Терлецкий П., Киркор А. К., Дембовецкий А. С. и др. В первой половине XX в. информация о видовом составе рыбного населения водных объектов Беларусь появилась в трудах Семенова П. П., Грацианова В. И. и др. Материалы вышеперечисленных и других авторов послужили основой для составления наиболее полного списка фауны рыб Беларусь, представленного доктором биологических наук, профессором Жуковым П. И. в его известном труде «Рыбы Белоруссии», изданном в 1965 г. В данной книге были представлены сведения обо всех известных на то время видах рыб, обитающих в водных объектах Беларусь: таковых было 49.

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

После аварии на ЧАЭС с середины 1980-х сотрудниками лаборатории ихтиологии (В. К. Ризевский, И. А. Ермолаева, Д. Ф. Куницкий, М. В. Плота) проводился комплекс работ по изучению радиационного загрязнения промысловый ихтиофауны водоемов Беларусь, 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 века, позволили подтвердить обитание в водотоках Беларусь считавшихся исчезнувшими проход-

ных видов рыб (семга *Salmo salar*, кумжа *Salmo trutta*) и 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 *Percoccottus 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. Вилия); показано проникновение в новый морской бассейн (бас. Черного моря) 2-х аборигенных в целом для Беларуси видов (колюшка 3-иглая *Gasterosteus aculeatus* и колюшка 9-иглая *Pungitius pungitius*).

С начала XXI века начаты исследования (А. В. Зубей) субфоссильных остатков рыб из раскопов 21 археологического памятника датировкой от XVI–XV до н.э. до XVII–XVIII в. 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 ХХ–начала ХХI века сотрудниками лаборатории ихтиологии НПЦ по биоресурсам проводится мониторинг видового разнообразия ихтиофауны, исследования в области инвазионной биологии и сохранения редких и исчезающих видов рыб, включенных в Красную Книгу РБ. Установлены пути (способы) проникновения чужеродных видов рыб в водные объекты Беларуси и дальнейшего их распространения в пределах страны, в т. ч. 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 аутовселенцами. Выделена группа наиболее агрессивных чужеродных (инвазивных) видов рыб и установлено вытеснение аборигенного вида рыб – обычновенного (или золотого) карася *Carassius carassius* – интродуцированным в водоемы Беларуси серебряным карасем *Carassius auratus* s.lato.

По итогам исследований, проведенных в период с конца ХХ–начала ХХI века, составлен прогноз дальнейшей трансформации видового состава рыб Беларуси, в т. ч.: установлена группа потенциально уязвимых абори-

генных видов рыб; определены чужеродные виды рыб, появление (обнаружение) которых ожидается в ближайшее время.

С 2020-х годов 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 ротана-головешки (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 Выоновые, Карповые, Рогатковые (Керчаковые), и др. По результатам проведенных исследований опубликован ряд работ в высокорейтинговых научных журналах.

С 2024 года 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 ведутся работы в области разработки 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. Вилия.

На период с 2026 по 2030 гг. основные усилия лаборатории ихтиологии будут направлены на установление видовой структуры ихтиофауны водотоков III категории (малые реки, длиной до 200 км.) и прогнозирования 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

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

ЭНТОМОЛОГИЧЕСОЕ 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 флюктуаций 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 некоторым 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, начало и окончания массовой активности, пиках численности, периода активности за сезон, а также выявление заселённых территорий и определение 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 х 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 сбоях 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 гг. сезон активности клещей увеличился до 9,5 месяцев (наименьший – 8 месяцев был в 2022 г., наибольший – 9,5 месяцев – в 2024 г.).

Клещи обнаруживались во всех лесных массивах, расположенных на территории города (урочище «Пышки», уроцище «Лососно», уроцище «Форт», уроцище «Грандичи», лесопарке Румлево, и др.), пустырях, пар-

ках, в зонах отдыха, расположенных в лесных массивах, на территории набережных рек Неман и Лососянка в г. Гродно. За последние 5 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 экземпляров на флаго/км. Наименьший в 2019 г. – 6,0 экземпляров на флаго/км. Превышение численности клещей выше нормирующего показателя (0,5 экземпляров на флаго/км), 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 в поддержании 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 3,0 до 35,0 экземпляров на флаго/км). 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 подтвердил 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 нормируемых показатель в 0,5 экз. флаго/км, при котором необходимо проводить повторную обработку. А 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 учё-

том остаточного действия применяемых препаратов составляла 0 экземпляров на флаго/км. 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-противоэпидемические 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, значительно возрастает. Так же 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 пастищных иксодовых клещей (*Ixodes ricinus* и *Dermacentor reticulatus*).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беспятова, Л. А. 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. Иксодовые клещи подсемейства Ixodinae / Н. А. Филиппова // Фауна СССР. Паукообразные. – 1977. – Т. 4, вып. 4. – 396 с.
3. Арахноэнтомозные болезни животных : монография / А. И. 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», утвержденных Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь 07.12.2012 № 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

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

ОСОБЕННОСТИ РЕЖИМА УВЛАЖНЕНИЯ Г. БРЕСТА В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Вопросы глобального изменения 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 могут 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 позволяет разработать рекомендации для адаптации местного управления водными ресурсами, минимизации рисков, связанных с экстремальными погодными явлениями, и поддержания устойчивого развития города.

В г. 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 1). В Бресте 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 76 мм), самый сухой – февраль (среднемесячное 33 мм). В отдельные годы экстремальные ливни выпадали также в мае и сентябре. Абсолютный ре-

корд месячной суммы осадков зафиксирован в августе 2006 года – 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. 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 5 лет суточный максимум превысит 8 мм, а один раз в 20 лет будет 13 мм и более.

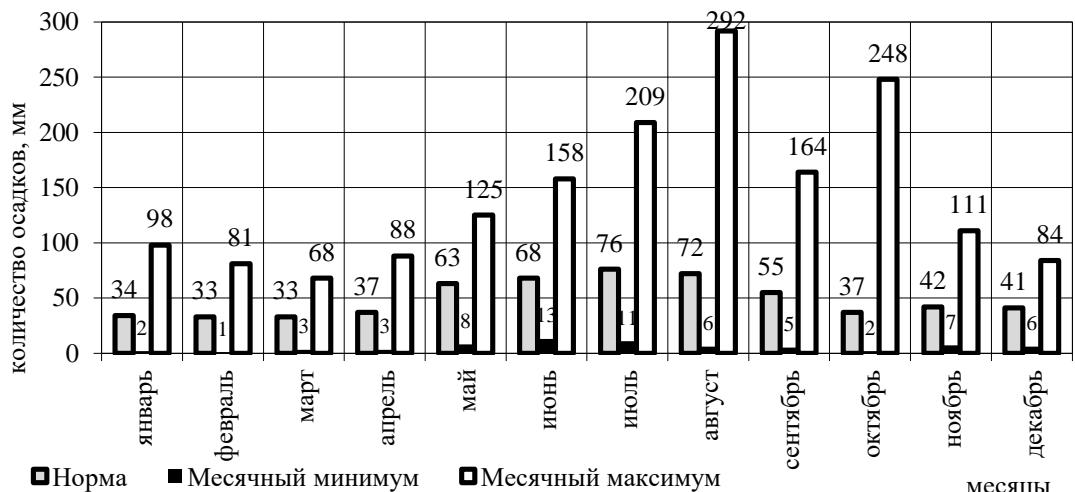


Рисунок 1 – Количество осадков на метеостанции Брест

По данным исследований, за последние два десятилетия амплитуда колебаний (дисперсия) месячных осадков значительно увеличилась: с 702 (1946–1963 гг.) до 1527 (2000–2024 гг.). Особенno высокая изменчивость наблюдается летом (июнь, июль, август). В некоторых месяцах (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.

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

Окончание таблицы 1

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

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 $\geq 0,1$ мм 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 $\geq 0,1$ мм 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 жидким (134 дня), в твердом (42 дня) и смешанном (26 дней) состоянии. Зима (декабрь–февраль) характеризуется преобладанием твёрдых осадков (снег, мокрый снег), при этом снег может выпадать и в ноябре, 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 приходится на твердые, 75–78 % – на жидкие и 10–12 % – на смешанные осадки.

Из вышеизложенного следует, что выявлен небольшой тренд увеличения годового количества осадков, увеличилась амплитуда колебаний месяч-

ных 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**

Витебск, ВГУ имени П.М. Машерова

ФЕРМЕНТАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ КСИЛОТРОФНЫХ ГРИБОВ СЕВЕРА БЕЛАРУСИ

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

Keywords: xylotrophic 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 мертвый древесине, обладают высокой адаптивностью и специфической устойчивостью к вредителям и болезням, 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.

Целью нашей работы было 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 жёстковолосистый (*Trametes hirsuta*) (Wulfen) Lloyd, 1924, трутовик окаймлённый (*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 ж/д ст. 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 Государственным научным учреждением «Институтом леса Национальной академии наук Беларусь» из коллекции грибов ГНУ «Института леса НАН Бе-

ларуси. 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 0,01М ацетатного буфера с pH 4,7. Клеточная стенка грибов разрушалась методом «замораживания–оттаивания». Гомогенаты после оттаивания центрифугировали 20 минут при 10000 об/мин (TG16G). В полученных супернатантах определяли молокосвертывающую и лакказную активности.

Молокосвертывающая активность определялась по методу, описанному в работе [1], а лакказную активность определяли 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 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, что является важным при использовании ферментного препарата в пищевой промышленности. После внесения ферментного препарата, полученного из сырой 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±0,03 ед/см³, лакказная активность 16,28±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 обесцвечивания синтетических красителей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Павлова, Е. Е. Ферментативная активность культуральной жидкости *Pleurotus ostreatus* / Е. Е. Павлова, А. В. Ващеневская, П. А. Суворова // Молодость. Интеллект. Инициатива: материалы XIII Междунар. научн. конф. студентов и магистрантов, Витебск, 25 апреля 2025 г.: в 2 т. / Витеб. гос. ун-т; редкол. : Е.Я. Аршанский (гл. ред.) [и др.]. – Витебск : ВГУ имени П. М. Машерова, 2025. – Т. 1. – С. 149–151.
2. Бикташев, Р. У. Метод определения лакказной активности / Р. У. Бикташев. – Казань : 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

Брест, БГУ имени А. С. Пушкина

АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ ДИОКСИДА СЕРЫ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ Г. БРЕСТ 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 удущливым запахом, который образуется при сжигании серосодержащих веществ. Диоксид серы относится к 3-му классу опасности. При вдыхании он может вызывать кашель, удышье, 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. Он является одним из основных загрязнителей атмосферы, способствующих образованию кислотных дождей и смога. Кислотные дожди негативно влияют на окружающую среду, разрушая экосистемы, загрязняя водоемы, также они ускоряют 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. Брест 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 г. Брест 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. Брест не превышал значение предельно-допустимой концентрации, что свидетельствует об эффективным контроле этого загрязняющего вещества (таблица).

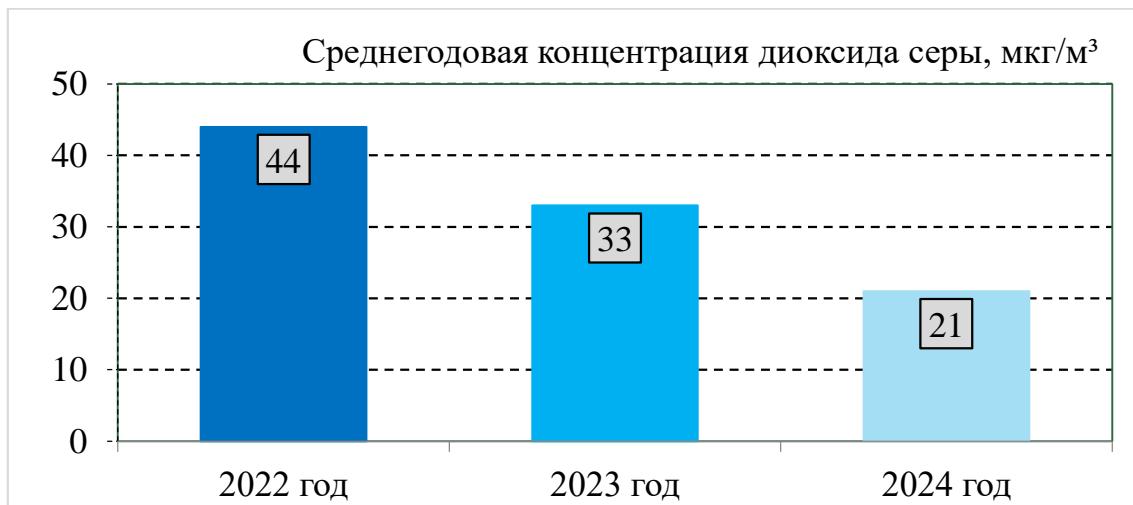


Рисунок – Содержание (SO_2) в атмосферном воздухе г. Бреста за период 2022–2024 гг.

С 2022 года наблюдается ежегодное снижение содержания данного показателя в атмосферном воздухе г. Брест. В 2022 году наблюдалась наиболее высокая концентрация этого показателя за весь период наблюдений, она составила 44 мкг/ м^3 , что составляло 88 % от предельно допусти-

мой концентрации. В 2024 году содержание диоксида серы в атмосферном воздухе г. Брест снизилось более чем в 2 раза по сравнению с 2022 годом.

За анализируемый период уровень диоксида серы снизился с 44 мкг/м³ до 21 мкг/м³. В 2024 году уровень анализируемого показателя составил 42 % от предельно допустимой среднегодовой концентрации. Причина этого заключается в сокращении выбросов загрязняющих веществ объектов 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, кампания «BREMOR» внедрила в производственный процесс солнечные станции. Это помогло снизить выбросы парниковых газов на 2700 тонн в год. Система рекуперации и использование электротранспорта в кампании «Савушкин продукт» снижают выбросы загрязняющих веществ за год на 723 тонны, 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. Брест 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 котором 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]. – Минск, 2025. – URL: <http://www.pravo.by> (дата обращения: 09.10.2025).

[К содержанию](#)

УДК 595.794

А. О. ДУДКИНА

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 василёк луговой (*Centaurea jacea* L.) и василек шероховатый (*Centaurea scabiosa* L.) обладающие сходными периодом цветения, строением и окраской соцветий. Эти растения распространены по всей территории Беларуси и повсеместно встречаются на территории Национального парка «Нарочанский» [2; 3].

Василёк 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 его окрестностях, в дни с погодными условиями, позволяющими насекомым активно посещать соцветия модельных растений. Сбор насекомых осуществлялся на 8 стационарах: окрестности деревни Тюкши; вблизи озера Рудаково; окр. д. Теляки; на берегу озера Мястро; окр. д. Богатьки; 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 любезно предоставлена сотрудником Национального парка «Нарочанский» Шейко А.А. 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 пятибалльной 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 L.</i>)			Василек шероховатый (<i>Centaurea scabiosa L.</i>)		
	Количество	Id, %	B, балл	Количество	Id, %	B, балл
1	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 hypnorum</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
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 4 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 шерховатого 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 воспроизведения 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 [и др.] ; редкол.: В. В. Титок (гл. ред.) [и др.]. – НАН, 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.]. – НПЦ НАН, 2018. – С. 402–407.
3. Определитель высших растений Беларуси : учеб. пособие для студ. биол. спец. вузов / Т. А. Сауткина [и др.] ; под ред. В. И. Парфенова. – Минск : Дизайн-ПРО, 1999. – 471 с.
4. Лекарственные растения в народной медицине / В. П. Махлаюк ; под. ред. Г. С. Назарова. – Саратов. 1967. – 547 с. – URL: <https://bibliotekar.ru/lekartvennye/2/2.htm> (дата обращения: 25.10.2025).
5. Определитель насекомых европейской части СССР / М. Н. Никольская [и др.]. – 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

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 существуют, но и демонстрируют высокую степень адаптации к конкретным условиям среды.

Особо охраняемые природные территории, а 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 – озеро Кривое (Озеро 1), и лесное (Озеро 2). Для каждого водоема определяли степень антропогенной нагрузки по методике Янчуревич О.В. Озеро 1 имеет низкую степень антропогенной нагрузки (7 баллов). Наблюдается прибрежно-прерывистое зарастание береговой линии, а также мелководья (*Turha 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 проводился также 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 классе качества вод и является незначительно загрязненным.

На Озеро 2 выявлен 20 видов беспозвоночных животных-гидробионтов. Видовой состав гидробионтов представлен моллюсками (35 %) и членистоногими (65 %).

Моллюски представлены группой брюхоногих, относящихся к двум отрядам: Pulmonata, Stylommatophora. Членистоногие Озера 2, выявленные нами, представлены насекомыми и ракообразными. Среди ракообразных выявлены отрядами 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 3 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 2 индикаторные группы – прудовики (*Lymnaea stagnalis* (Linnaeus, 1758)), водяной ослик (*Asellus aquaticus*).

Индекса Майера составил 11 баллов. Озеро 2, таким образом, имеет 3 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 и 3 класс 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 // Вестник Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Сер. 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
Брест, БГУ 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 присутствовать 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 падают 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 интенсивности движения транспорта, характера дорожного покрытия, количества атмосферных осадков, рельефа 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 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 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 выбирается река, 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 метров 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 осозаемой 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. Они осознают, как ежедневные действия людей находят своё 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 долговременную 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.

Через такие исследования, учащиеся понимают, для чего им нужны знания по химии и как их можно применить в реальной жизни для решения важных проблем. А также от новых практических знаний, появится желание рассказать окружающим для более эффективного метода 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. : Издательство РГПУ им. А. И. Герцена, 2019. – 112 с.
3. Экологический практикум для школьников / под ред. Н. В. Добрецовой. – М. : Академия, 2020. – 128 с.

К содержанию

УДК 582.475:581.43:631.462

П. Ю. КОЛМАКОВ¹, Д. Д. ЖЕРНОСЕКОВ²

Минск, БГУ¹, Витебск, ВГУ имени П.М. Машерова²

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТОНКИХ КОРНЕЙ ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ ПО ПОЧВЕННОМУ ПРОФИЛЮ

Введение. Ель европейская, как растительный компонент бореальных лесов, по площади занимает четвертое 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 хвойношироколиственной 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 макроризных 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 % 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 pH почвы профилей выявил существенные различия в значениях фоновой и импактной зонах. Фоновая зона с наибольшим функционалом и биомассой макроризных корневых окончаний ели европейской имеет стабильно более кислую (низкую) pH 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 A₁, 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 всё же достоверно статистически мал (рисунок 2).

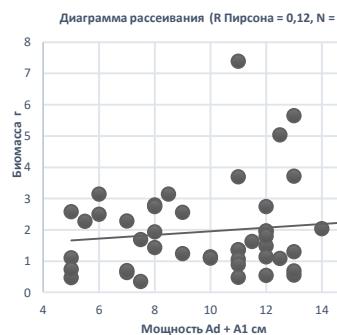


Рисунок 1 – Взаимосвязь биомассы тонких корней и мощности почвенного профиля в фоновой зоне



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

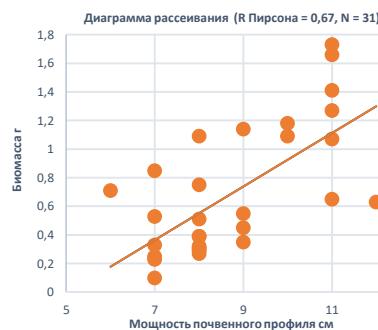


Рисунок 4 – Взаимосвязь биомассы тонких корней и мощности почвенного профиля в импактной зоне

В импактной зоне, на нарушенных почвах с уплотненным плохо аэрируемым почвенным профилем весь отобранный материал микоризных

корневых окончаний содержался в одном почвенном горизонте A_и. 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 макроризных 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 «макроризообразователи» вместе с сапротрофным блоком организмов и грибов из других эколого-трофических групп формирует верхний A_d горизонт, обладающего движущей силой изменения местообитаний и трансформации сообществ, особенно вблизи границ сплошного распространения ели европейской на севере в лесотундре и на юге в Евразиатской таежной зоне.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Биологическая устойчивость еловых лесов различного происхождения (на примере Горецкого лесхоза) / Т. Л. Барсукова, А. А. Гомолко, Я. К. Игнатьев [и др.] // Ботаника (исследования) : сборник научных трудов. Национальная академия наук Беларусь, Институт экспериментальной ботаники НАН Беларусь, Ботаническое общество. – Минск, 2024. – Выпуск 54. – 372 с. – ISSN 2221-9927.
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 [сайт]. – Walnut, 2025. – URL: <https://www.analystsoft.com/ru/products/statplus/>

[К содержанию](#)

УДК 911.2

Д. М. КУЧМА, И. В. ОКОРОНКО

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 Волынской области Украины [1]. Протяженность территории с севера на юг- 41 км, с запада на восток- 51 км. Насчитывается 133 населённых пункта, район делится на 11 сельских советов. Город Дрогичин – районный центр. Имеется один городской поселок Антополь, 13 агрогородков. Население района составляет 32,9 тыс. чел., 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 их характеристику.

На территории Дрогичинского района находится Днепровско-Бугский канал, который соединяет бассейны рек 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 ста лет. Как свидетельствуют документы, первые работы по строительству судоходного канала в бассейне рек Днепра и Буга начались в 1775 году. Фактически только к концу 40-х годов 19 века 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 году 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 19 века самым протяженным и точным из всех измерений фигуры Земли стало измерений «Русской дуги меридиана», более известной под названием «Дуга Струве» в 1816 году на территории бывшей Виленской губернии Российской империи военные геодезисты начали работы по так называемой «тригонометрической съемки», то есть закладки 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 дд. 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, между которыми по земле было измерено расстояние с помощью железных жезлов: Осовница и Чекуцк.

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

Биологический заказник республиканского значения «Званец» образован в 1996 году 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, за-

несенных в Красную книгу Беларуси: 21 вид птиц, 2 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 видов, 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 вертлявшую 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, пыльцевоголовник 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 / Национальная академия наук Беларусь, Полесский аграрно-экологический институт ; А.А. Волчек [и др.]. – Брест: Академия, 2005. – 346 с.
3. Мкртычян, В.В. Геодезическая дуга Струве: путь к всемирному познанию / В.В. Мкртычян. Общественное объединение «Земельная реформа». – Минск: Логвинов И.П., 2013. – 268 с.
4. Государственное учреждение культуры «Дрогичинская районная централизованная библиотечная система» // Заказники. [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

Минск, БГУ

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

Парковые зоны г. Минска – излюбленное место посещения цветковых растений опылителями. 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 коллекционировано 172 имаго шмелей. В дальнейшем была смонтирована энтомологическая коллекция шмелей – посетителей спиреи японской из парка имени Горького и Центрального Ботанического Сада НАН г. Минска. Определение таксономической принадлежности коллекционированных насекомых было выполнено с использованием соответствующих определительных таблиц и ключей [2].

Относительное обилие рассматриваемых в работе видов шмелей было оценено с использованием пятибалльной 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
Bombus hypnorum (L.)	37	4	1	1
Bombus terrestris (L.)	31		44	5
Bombus lucorum (L.)	13	3	32	4
Bombus hortorum (L.)	6	2	-	-
Bombus lapidarius (L.)	3		1	1
Bombus pascuorum (Scop.)	2	1	1	
Bombus (Psithyrus) barbutellus (Kirby)	1	1	-	-

Исходя из полученных данных, наибольшие показатели относительного обилия были характерны для представителей видов *Bombus terrestris* (L.) (4 и 5 классы обилия для выборок из Парка имени Горького и Центрального Ботанического Сада соответственно) и *Bombus lucorum* (L.) (3 и 4 классы обилия для выборок из Парка имени 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. Вы-

сокие 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 и 2 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 вида 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. АН, Зоол. ин-т – Спб. : ЗИН, 1994. – 350 с.
2. Gokcezade, J. F. 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. – N. 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. : Главный ботанический сад им. Н. В. Цицина РАН, 2009. – 504–508 с.

К содержанию

УДК 338.48

А. Ю. МАРТЫСЮК, Н. С. СТУПЕНЬ

Брест, БГУ 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 класса включены элементы экологического воспитания в рамках изучения таких тем, как «Охрана окружающей среды» и «Химия в Республике Беларусь».

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

Методы исследования: обобщение педагогического опыта по формированию экологической культуры учащихся, наблюдение, сравнение, анализ школьной программы по химии для учащихся 7 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 выделяют 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).



Рисунок – Лучевая схема по теме «Химическая промышленность Беларусь»

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», заводе Химволокно (в составе «Гродно Азот») и «Могилевхимволокно».

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

В Беларуси активно развивается химико-фармацевтическая промышленность, производящая лекарства. Крупнейшие предприятия: «Белмедпрепараты» (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 вреда окружающей среде.

Заключение. Анализ учебника химии для 7 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 её 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 БГТУ. – Сер. 4, Принт- и медиатехнологии. – Минск : БГТУ, 2017. – № 1 (195). – С. 111–117.
2. Фролова, М. А. История возникновения и развития инфографики / М. А Фролова // Вестник ПГГПУ. – 2014 – Вып. 10 – С. 136.
3. Химия : учебное пособие для 7-го класса учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования с русским языком обучения и воспитания / И. Е. Шиманович [и др.] ; под ред. И. Е. Шимановича. – 2-е издание, пересмотренное. – Минск : Народная асвета, 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**

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 однако 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 создает не только угрозу утраты

устойчивости отдельных экосистем и имеет негативные последствия для биоразнообразия, но и приводит к экономическим потерям.

Есть виды, появление которых на территории Беларуси связано с естественным флорогенезом и фауногенезом, это 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 как высокопродуктивная кормовая культура с повышенной питательной ценностью во многих хозяйствах. 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 полезащитных 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, плодород-

ные земли, но может расти и на бедных почвах, за исключением сильнокислых и заболоченных. «Чёрная 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 необрабатываемых 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. Но они стали приживаться в природе, образуя устойчивые, быстро растущие популяции. При этом оказалось, что массовое размножение вида приводит к негативным экологическим и экономическим последствиям. Ясеневая изумрудная узкотелая златка (*Agrilus planipennis*) – чужеродный для Европы вид. В США признан одним из самых опасных лесных вредителей. Сильно повредил посадки ясения 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*) попадается в складах, квартирах и аптеках в табаке и других запасах (мускатный орех и др.). Вредит какао-бобам, табачному сырью и другой рас-

тительной продукции. Сухофруктовая блестянка (*Carpophilus hemipterus*) встречается преимущественно на складах с пищевыми продуктами. Повреждает зерно и зернопродукты на складах, печенный хлеб, сухофрукты. Переносчик плесневых грибков.

Развитие транспорта и грузоперевозок стало мощным фактором, влияющим на распространение многих наземных моллюсков. Являясь сами по себе достаточно маломобильными животными 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 это перевозка 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 в парках. В последние годы отмечается в Витебске и др. 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 г. Витебске (более 15 точек), г. Орше, г. Городке, Шумилинском и Россонском районах. Наносит вред садовым и декоративным культурам.

По наблюдениям в условиях влажного лета 2025 года наблюдается 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 же-

лезконосная, клен ясенелистный, робиния ложноакация) моллюсков [7–11]. С применением ГИС-технологий и ГИС-картирования 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 / Д. В. Дубовик [и др.] ; под общ. ред. В. И. Парфенова, А. В. Пугачевского ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича. – Минск : Беларуская навука, 2020. – 407 с.
2. Черная книга инвазивных видов животных Беларуси / В. П. Семенченко [и др.] ; под общ. ред. В. П. Семенченко, С. В. Буги ; Нац. акад. наук Беларуси, науч.-практ. центр по биоресурсам. – Минск : Беларуская навука, 2020. – 163 с.
3. Морозова, И. М. Инвазия топинамбура в западных районах Витебской области / И. М. Морозова. Ю. И. Высоцкий // Веснік ВДУ, 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 международной научно-практической конференции, Витебск, 28–29 октября 2020 г. / Витеб. гос. ун-т; редкол. : Г. Г. Сушко (отв. ред.) [и др.]. – Витебск : ВГУ имени 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 международной научно-практической конференции, Витебск, 29 ноября 2024 г. / Витеб. гос. ун-т; редкол. : Е. Я. Аршанский (отв. ред.) [и др.]. – Витебск : ВГУ имени П.М. Машерова, 2024. – С. 153–155.

6. Солодовников, И. А. О находках наземных моллюсков *Pupoides caenopictus* (Hutton, 1834) и *Caspiophaedusa perlucens* (Boettger, 1877) (Gastropoda: Pulmonata) на территории России / И. А. Солодовников, В. М. Коцур // Веснік ВДУ імя П.М. Машэрава, 2025. – № 2(127).
7. Анализ распространения инвазивных борщевиков на территории Дубровенского района Витебской области / Ю. И. Высоцкий, Л. М. Мержвинский, А. Б. Торбенко [и др.]. // Веснік ВДУ, 2017. – № 3(96). – С. 49–55.
8. Высоцкий, Ю. И. Анализ инвазии борщевика на территории Лиозненского района Витебской области / Ю. И. Высоцкий // Веснік ВДУ, 2017. – № 4(97). – С. 48–53.
9. Высоцкий, Ю. И. Анализ распространения инвазии борщевика на территории Оршанского района Витебской области / Ю.И. Высоцкий // Веснік ВДУ, 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 : тезисы докладов второй междунар. науч.-практ. конф., Петрозаводск, 18–20 сентября 2024 г. – Петрозаводск : Карельский научный центр Российской академии наук, 2024. – С. 109–110.
11. Мержвинский, Л. М. Инвазия клена ясенелистного (*Acer negundo* L.) в долинах правых притоков реки Западной Двины /Л. М. Мержвинский, 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 ноября 2024 г. / Витеб. гос. ун-т ; редкол. : Е. Я. Аршанский (отв. ред.) [и др.]. – Витебск : ВГУ имени П.М. Машерова, 2024. – С. 142–145.

К содержанию

УДК 597.551.2

Ю. И. ОХРЕМЕНКО, В. К. РИЗЕВСКИЙ, Е. С. ГАЙДУЧЕНКО
Минск, ГНПО «НПЦ НАН Беларусь 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 рыбаки и искусственного разведения. Благодаря антропогенному воздействию вид распространился за пределами естественного ареала, в некоторых странах (Канада и Китай) является инвазивным видом. В Беларусь линь распространен повсеместно преимущественно в озерах и пойменных водоемах [3].

Благодаря широте ареала, линь, 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 Беларусь 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*) линя водных объектов Беларусь (басс. р. Припять, р. Днепр, р. Западная Двина и р. Неман), хранящегося в коллекции генетического материала лаборатории ихтиологии ГНПО «НПЦ НАН Беларусь 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 линя 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).

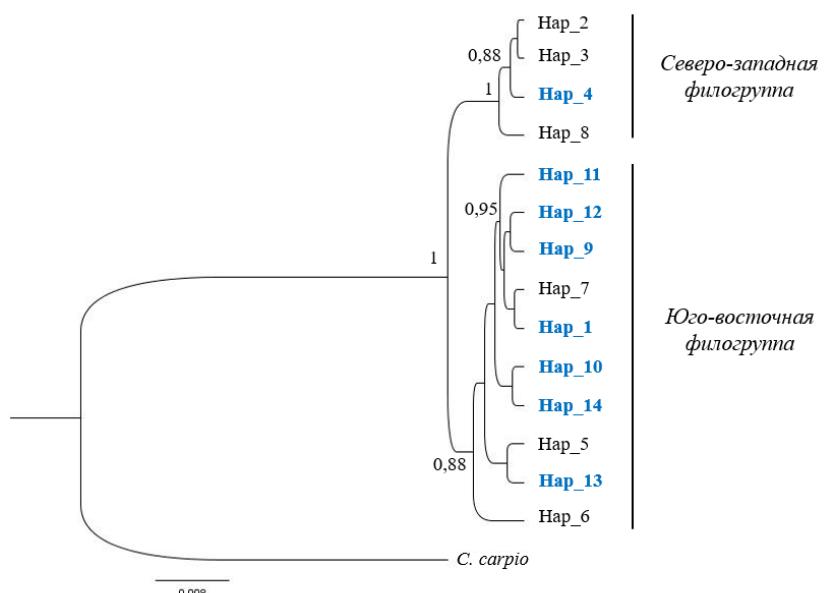


Рисунок – Филогенетическое дерево линя, полученное при помощи байесовского филогенетического анализа на основе последовательностей мтДНК. Приведены апостериорные вероятности выше 0,8. Синим цветом отмечены гаплотипы, в которые входят образцы из Беларуси. Последовательность *C. carpio* использована в качестве внешней группы.

Образцы из Беларуси представлены 8 гаплотипами, 6 из которых являются уникальными и отмечены только в водных объектах Беларуси (Hap_9, Hap_10, Hap_11, Hap_12, Hap_13, Hap_14). Стоит отметить, что большинство белорусских образцов входят в состав гаплотипа Hap_1, являющегося самым распространенным среди всех проанализированных. Все эти гаплотипы входят в состав юго-восточной филогруппы. Однако гаплотип Hap_4, к которому наряду с образцами Канады и Греции принадлежат и образцы из р. Неман (басс. Балтийского моря), с высокой вероятностью входит в состав северо-западной клады. Учитывая, что линь не является

аборигенным видом в Канаде и Греции, очевидно 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 мало вероятна 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 *COX1* 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>. Version 08/2025.
2. Берг, Л. С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. / Л. С. Берг. – Ч. 2. М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1949. – С. 468–926.
3. Жуков, П. И. Рыбы Белоруссии / П. И. Жуков. – Минск : 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 [et al.] // Zoological Studies, 2017. – № 56. – Р. 1–9.
5. Genetic structure and divergence of tench *Tinca tinca* European populations. / N. Karaiskou [et al.] // Zoological J Fish Biol. 2020; 97: 930–934. – URL: <https://doi.org/10.1111/jfb.14448>.
6. Universal primer cocktails for fish DNA barcoding / N. V. Ivanova [et al.] // Molecular Ecology Notes, 2007. – № 7(4) – Р. 544–548.

К содержанию

УДК 595.76(476)

И. А. СОЛОДОВНИКОВ, А. С. РЫМКЕВИЧ

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. экз. собранных долгоносиков (Curculionidae) 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. При приведении данных этикеток в целях сокращения места фамилии ряда наиболее активных коллекторов материала перечислены здесь: Кузнецов В.А. – (Куз), А.С. Рымкевич – (Р); Солодовников И.А. – (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. Орша, экотон: небольшая разряженная дубрава / суходольный луг, h = 166 м, 54.546731°N, 30.460297° E, 19.04-03.05.2025 (Р), 1 экз.; 7 км СВ г. Орша, 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 scoparius. **Витебская обл.**, Сенненский р-н, окр. д. Щитовки, 37 км ЮЮВ г. Витебска, кошение по суходольному лугу и опушке соснового леса, 54°52'34" N, 30°23'3" E, h = 169 м,

30.05.2017 (С), 1 экз.; 0,8 км ЮЗ д. Щитовка, 36 км Ю г. Витебска, экотон: сосновый мшисто-лишайниковый / застраивающая вырубка сосновой с вереском на песках, сифтование, $h = 174$ м, 54.870201° N, 30.376534° E, 03.03.2024 (И.А. и С.В. Соловьевы), 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. Орша, лев. бер. р. Днепр, суходольный луг, $h = 167$ м, 54.512997° N, 30.442807° E, 26.07.2024 (Р), 1 экз.; 7 км СВ г. Орша, 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 река Плиса, 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, переулок 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. бер. 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. Орша, полигон под мотокросс, кошение, $h = 157$ м, 54.491332° N, 30.418222° E, 14.07.2025 (Р), 1 экз.

1, 7**Lixus (Comsolixus) 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 сосновки, 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. жд-ст. Круговец-Калинино, заброшенный карьер, ксерофитный биотоп на краю дороги, у комля колючих Asteraceae, 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 живёт 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 бордюре, $h = 169$ м, 55.296830°

N, 30.729011° E, 06.07.2023 (C), 1 экз.; г.п. Яновичи, кошение по суходолу по прав берегу р. Вымнянка, h = 153 м, 55.292981° N, 30.698041° E, 11.07.2023 (C), 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 (C), 2 экз. Оршанский р-н, 2 км В г. Орша, лев. бер. р. Днепр, суходольный луг, h = 167 м, 54.512997° N, 30.442807° E, 26.07.2024 (P), 2 экз. Толочинский р-н, д. Славени, прав. берег река Плиса, 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 река Плиса, 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. Витебск, в квартире, 02.06.1992 (C), 1 экз.; 4 км Ю г. Витебска, бер. р. Лучеса, в коре *Salix*, 25.11.1995 (C), 18 экз.; 5 км Ю г. Витебска, бер. р. Лучеса, в трещинах коры ивы, h = 164,5 м, 55°07'25,92" N, 30°12'31,94"E, 25.11.2008 (C, 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 (C), 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 (C), 1 самка (препарат). Оршанский р-н, 2 км В г. Орша, лев. бер. р. Днепр, долина ручья Ореховец, мелколиственно-широколиственный лес, ловушки, линия 1, h = 172 м, 54.513481° N, 30.451785° E, 11-25.05.2024 (P), 1 самка (препарат); сифтование подстилки у комлей ив (*Salix* sp.) и дубов, h = 169 м, 54.516267° N, 30.451976° E, 16.01.2025 (P), 1 самец (препарат); г. Орша, Микрорайон № 1, лев. бер. р. Днепр, сифтование подстилки у комлей ивы козьей (*Salix* sp.), h = 169 м, 54.480852° N, 30.407654° E, 18.01.2025 (P), 1 экз.; г. Орша, лев. бер. р. Оршица, 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. Орша, 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. Aleksandrowicz, O. 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

¹Витебск, ВГУ имени П. М. Машерова, ²Минск, 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 данного 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. экз. собранных жесткокрылых 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. При приведении данных этикеток в целях сокращения места фамилии ряда наиболее активных коллекторов материала перечислены здесь: Кузнецов В.А. – (Куз), А.С. Рымкевич – (Р); Солодовников И.А. – (С), во всех остальных случаях приведена полная фамилия сборщика или лица, давшего информацию.

Результаты и их обсуждение.

Сем. HELOPHORIDAE Leach, 1815 (Морщинники)

1Helophorus* (*Kurphohelophorus*) *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, N 55.236297° , E 30.258034° , 15.04.2023 (C), 12 экз. (из них 3 самца отпрепарированы); ул. Гагарина, 294, вост. берег прудов, ивняк крапивный, сифтование у основания ивы, $h = 149$ м, N 55.233994° , E 30.272835° , 15.04.2023 (C), 1 самка.

Сем. GEORISSIDAE Laporte de Castelnau, 1840 (Илоносцы)

6**Georissus 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 (Карапузыки)

3**Hister 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. Орша, лев. бер. р. Днепр, долина ручья Ореховец, мелколиственный 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 се-рая), точка 2, $h = 152$ м, 55.328674° N, 29.751941° E, 24.06.2024 (C), 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 осиной, вырубка, под корой сосновых бревен, $h = 119$ м, N 51.537660° , E 30.496768° , 14.05.2020 (С, В.М. Коцур), 40 экз.

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

6**Teretrius 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, З 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, N 51.534200°, E 23.612217°, 17.06.2024 (Куз), 5 экз.

2, 3**Acritus (s. str.) nigricornis* (Hoffmann, 1803). Локален, но в разлагающихся растительных остатках, в компосте нередок. **Витебская обл.**, Оршанский р-н, 2 км В г. Орша, лев. бер. 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, З 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.

1**Chaetobraeus (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, сiftingание 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. Aleksandrowicz, O. 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
Минск, БГУ

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

В последние годы заметно возрос научный интерес к изучению взаимосвязей 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 9 видов жалоносных перепончатокрылых. Соответствующими отнесению к группе доминирующих видов являются *Polistes dominula*, многочисленных – *Polistes nimpha*.

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

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 (Минская область, Борисовский район). Насекомые были собраны вручную в пластиковые пробирки и смонтированы в энтомологическую коллекцию. Таксономическая принадлежность коллекционированных посетителей соцветий была установлена в соответствии со специализированным ключами [3; 4].

На соцветиях золотарника нами было зарегистрировано 51 имаго пе-

репончатокрылых, 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 пятибалльной 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	Кол-во 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>Vespa vulgaris</i> (Linnaeus, 1758)	3	2
<i>Vespa crabro</i> (Linnaeus, 1758)	1	1

В рассматриваемой выборке преобладали осообразные (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, 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 с.т. Держинец Борисовского района Минской области отличается преобладанием осообразных, 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 [et al.] // Biological Conservation. – 2009. – Vol. 142. – P. 1322–1332.
3. Медведев, Г.С. Определитель насекомых европейской части СССР. Том 3. Перепончатокрылые. Четвертая часть / Г. С. Медведев. – Ленинград : Наука, 1986. – Т. 3. – 167–198 с.
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. – Минск, 11–12 октября. – ГрГУ, 2025 – С. 135–136.

К содержанию

УДК 658.87

С. М. ТОКАРЧУК, М. Г. БОРИСЮК, А. В. НЕСТЕРОВИЧ
Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

ОСОБО ОХРАНЯЕМЫЕ ПРИРОДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ БРЕСТА

Введение. Особо охраняемая природная территория (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 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 города 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 города 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 города Бреста. На территории города Бреста насчитывается 13 особо охраняемых природных территорий, включая два заказника местного значения, один памятник природы республиканского значения и десять 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 году с целью сохранения популяций редких и исчезающих видов животных и растений. Он расположен в черте города Бреста, на его восточной окраине, южнее бывшей деревни Вычулки.

Заказник местного значения «Барбастелла» был объявлен в 2000 году 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 году.

Из 10 памятников природы местного значения 8 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 улице Энгельса). Возраст дуба оценивается примерно в 90 лет. Объявлен памятником природы был в 1999 году.

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

Бук лесной – был объявлен в 1999 году, его возраст составляет около 80 лет, а его высота более 16 метров. *Вишня птичья* – представляет собой экземпляр вишни птичьеи, возрастом около 80 лет и высотой 15 метров, дерево находится в ослабленном состоянии, но продолжает плодоносить.

Плющ обыкновенный – этот ботанический памятник природы, который расположен на территории Тришинского кладбища. Плющ был признан памятником природы 16 декабря 1999 года, 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 года 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 гектара.

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

Брестские гледичии – этот ботанический памятник природы, который расположен вдоль жилых домов по улице Ленина в непосредственной близости от Городского сада и сквера по набережной Франциска Скрины. Он занимает площадь 0,008 га. В рамках охраны памятника сохраняются несколько крупных экземпляров, которые находятся в хорошем состоянии.

Бульварный каштан – расположен на пересечении улицы 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 года в Бресте были объявлены два памятника природы местного значения, геологический и гидрологический.

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

Брестская родниковая струга – это гидрологический памятник природы, самый крупный родник города Бреста, расположенный в лесопарковом массиве микрорайона «Речица». Площадь памятника природы составляет 0,3944 га. Далее родник превращается в ручей, который впадает в заболоченную пойму реки 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. Закон Республики Беларусь от 13 июля 2018 г. № 150-3 «Об охране и использовании дикой флоры» // 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. – 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

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. Akpinar, S. Determination of Atmospheric Pollen Grains by Volumetric Method in Sarıkamış District(Kars-Türkiye) Preprints.org (www.preprints.org) / S. Akpinar, M. Altunoğlu // NOT PEER-REVIEWED | Posted: 4 June 2024 doi:[10.20944/preprints202406.0076.v1](https://doi.org/10.20944/preprints202406.0076.v1)
2. Potoğlu-Erkara, İ. Relationship between meteorological factors and airborne pollen grains of Kızıltepe (Mardin) / İ. Potoğlu-Erkara, K. Osoydan, M. Karataş, – Turkey. JABS, 2016. – 10(1). – P. 33–40.
3. Jabeen, Sh. Micrometer insights into Nepeta genus / Sh. Jabeen, M. Zafar, M. Ahmed, M. Ajmal. – Pollen micromorphology unveiled (2023). – URL: <https://doi.org/10.1016/j.micron.2023.103574>.
4. Palyno-morphological study of allergenic flora of Samarkand / Z. Jumayeva. – UzbekistanAmerican Journal of Plant Sciences, 14, 533-541 (2022). – URL: <https://www.scirp.org/journal/ajps>.
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 498, 02015 (2024). – URL: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202449802015> ICAPE2024.
6. Fayzullaeva1, D. Palynological research conducted in the Republic of Uzbekistan focuses on the provinces of Samarkand and Surkhandarya. BIO Web of Conferences 632, 03002 (2025). – URL: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202563203002>.

К содержанию

УДК 598.244.2:502.2.05(476)

А. В. ЧЕРНОМОРЕЦ, И. Э. САМУСЕНКО

Минск, ГНПО «НПЦ НАН Беларусь по биоресурсам»

РЕЗУЛЬТАТЫ АНКЕТНОГО УЧЕТА БЕЛОГО АИСТА В БЕЛАРУСИ В 2024 Г.

Введение. Национальные учеты белого аиста (*Ciconia ciconia*) проводятся в Беларусь 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 Беларусь 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 природных 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 – число гнездящихся пар (НРа=НРм+НР0+НРх); НРм – 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 Белыничского района Могилевской области. Оценка численности белорусской популяции проведена с помощью экстраполяции поступившей информации на неохваченные анкетированием территории сельсоветов. Критерием охвата сельсовета уч-

том 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 неохваченной 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 12500 гнездах белого аиста, из которых 11551 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	Кол-во учтенных анкетированием пар				Охват территории (%)	Экстраполированная численность с охватом территории (НРа)
	гнездящихся (НРа)	успешных (НРm)	неуспешных (НР0)	с неизвестным успехом (НРx)		
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 неохваченные учетом территории сельсоветов оценен в 16833 гнездящиеся пары. Данную «анкетную» оценку можно считать лишь приблизительной и явно заниженной, исходя из методики ее получения. Для более точной, приближенной к реальной, оценки 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, хозяйствственные 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. – Vol. 2. – 1952. – 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 / И. Э. Самусенко; Национальная академия наук Беларусь, Государственное научно-производственное объединение «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларусь по биоресурсам». – Минск, 2013. – 27 с.

К содержанию

УДК 591.524-595.76

Д. С. ЮРЧИК, А. В. РЫЖАЯ
Гродно, ГрГУ им. 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 распространённости и встречаемости жестокрылых является важным компонентом мониторинга состояния биоценозов. Актуальность данной работы обусловлена необходимостью установления видового разнообразия жестокрылых и их принадлежность к определённым экологическим группам на территории г. Гродно. Целью данной работы является установление видового разнообразия и экологических комплексов жестокрылых лесопарковых зон города Гродно. Задачи: 1. Установление видового состава жестокрылых в условиях лесопарковых зон города Гродно. 2. Выявление трофической структуры сообществ жестокрылых и гигропреферендума.

Материалы и методы исследования. Сбор материала проводили в июне–сентябре 2025 года на территории г. Гродно в 4-х парках, различающихся месторасположением и растительностью. ПП1 – Лесопарк Румлево, расположен в юго-восточной части города, на левом берегу реки 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 реки 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 реки 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 8 ловушек. При кошении энтомологическим сачком количество взмахов составило 25 по 4 повтора. Собранный материал раскладывали на ватных пластинах. Для идентификации жестокрылых использова-

ли соответствующие ключи и описания, а также справочные материалы, размещенные на специализированных интернет-ресурсах [2].

За период с июня по сентябрь выявлено на исследуемых территориях 93 вида жесткокрылых, относящихся к 28 родам и 18 семействам. Общая численность составила 403 экземпляра. Проведенный таксономический анализ собранного материала выявил доминирование семейства Carabidae, что составило 25 % от общего количества видов, второе место заняло семейство Cerambycidae – 15 %, третье – Curculionidae – 10 % (рисунок 1).

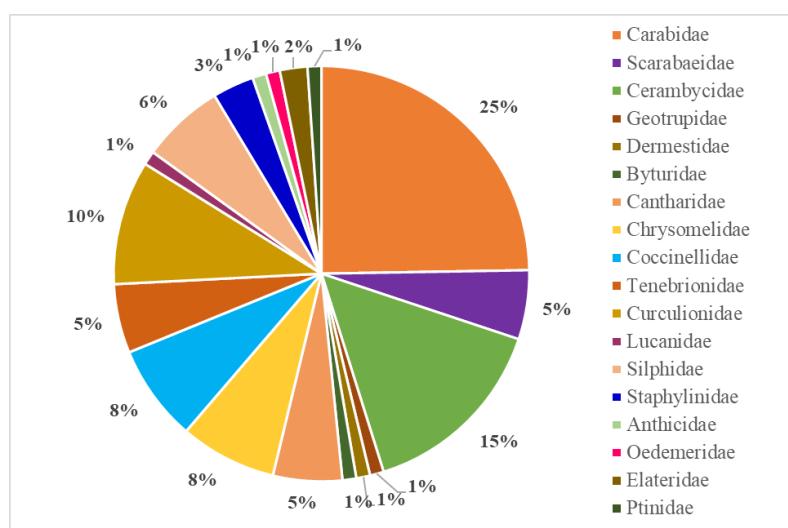


Рисунок 1 – Процентное соотношение собранных семейств в исследуемых биотопах г. Гродно

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

Наибольшим показателем обладает ПП2, в котором удалось собрать представителей 15 семейств, из которых больше всего выделились 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 и составляют 50 % от всех выявленных видов, также много встречено видов, которые являются зоофагами (38 %). Остальные группы находятся в меньшинстве.

В наших сборах по степени увлажнения исследуемых биотопов 43 % выявленных видов относится к мезофилам (40 видов). Мезоксерофилы составили 31 % (29 видов), 21 % – к ксерофилам (19 видов) и только 5 % – к гигрофилам (5 видов).

Обсуждение. 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-биотической структуры жесткокрылых в лесопарковых зонах города Гродно / Д. С. Юрчик, А. В. Рыжая // Зоологические чтения : сборник научных статей, посвящённый памяти доктора биологических наук, профессора Владимира Николаевича Шнитникова / Учреждение образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы» ; главный редактор О. В. Янчуревич ; редколлегия: А. В. Рыжая. – Гродно : ГрГУ им. Янки Купалы, 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

Минск, БГУ

**ПОВРЕЖДЕННОСТЬ ТЕРАТФОРМИРУЮЩИМИ
И МИНИРУЮЩИМИ ФИТОФАГАМИ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО
(*QUERCUS ROBUR* L.) В ЗЕЛЕНЫХ 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, включая последний официально утвержденный [1]. Как в лесных массивах, так и 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 архитектоника крон и наличие в нижнем ярусе облиствленных ветвей приводит к тому, что в отсутствии 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., то есть совсем недавно [4]. Однако в период до 1951 г. в здесь функционировал Вяловский заповедник, на территории Налибокской пущи исторически располагались немногочисленные населенные пункты, различавшиеся своими размерами и статусом. Озеленение сохранившихся населённых 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 пущи 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 чешчатого (*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* (Schrantz, 1801) (Hemiptera: Aphidinea: Thelaxidae) – фоновый меристемофильтрный 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, приходятся на первую половину вегетационного сезона, но заселённость листовых пластинок тлями не превышала 10 % от числа пригодных для колонизации побегов.

Акациевая ложнощитовка (*Parthenolecanium corni* (Bouché, 1844)) (Hemiptera: Coccoidea: Coccidae) при массовой колонизации может обуславливать остановку роста и последующее укорачивание побегов. В условиях Налибокской пущи регистрировалась на дубах повсеместно, однако заселённость 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, заселённость 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 agata* Hartig, 1840 также является облигатным фитофагом дуба, образует некрупные (до 5 мм) округлые галлы желтовато-песочного цвета на нижней стороне листьев, заселённость 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-ovalьных 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 зелёных насаждениях населённых пунктов Налибокской пущи заселённость составляла 2 балла.

Profenus a rugata (Klug, 1816) – представитель семейства настоящих пилильщиков (Hymenoptera: Tenthredinidae). Личинки *P. rugata* развиваются в верхнесторонних пятновидных минах с быстро некротизирующими стенками. Личинки оккукливаются вне мин; при высокой плотности заселения камеры остаются изолированными, хотя визуально могут сливатся. Заселённость минёром листовых пластинок оценивалась в 2 балла.

Таким образом, в вегетационном сезоне 2025 г. дуб черешчатый в зелёных насаждениях населенных пунктов Налибокской пущи повреждался ограниченным кругом фитофагов, среди которых 2 вида минеров-филлобионтов и 6 видов галлобразователей 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. – Минск : Тэхналопя, 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 БГУ. – 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. Сер. 5. Эканоміка. Сацыялогія. Біялогія. – 2018. – Т. 8. – № 2. – С. 108–113.

4. Республіканскі ландшафтны заказнік «Налибокскій» [сайт]. – URL: <https://заказник-налибоки.бел/ru/> (дата обращэння: 27.10.2025).

5. Кільчественная оценка поврежденности инвазивными минирующими насекомыми листовых пластинок декоративных древесных растений : учеб. материалы / О. В. Сінчук [и др.]. – Мінск : БГУ, 2016. – 30 с.

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

7. Plant Parasites of Europe – leafminers, galls and fungi [Electronic resource]. – 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

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 – как аборигенные, так и адвентивные представители, включённые 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 конинин, цикутоксин и эфирные масла, воздействующие на нервную и дыхательную системы. Семейство *Euphorbiaceae* (молочайные) представлено видами *Euphorbia helioscopia* L. (молочай блестящий) и *Euphorbia cyparissias* 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 гепатотокическое и нейротропное действие. Семейство *Fabaceae* (бобовые) в отделе представлено *Chamaecytisus ruthenicus* (ракитник русский), содержащим алкалоид цитизин, вызывающий угнетение дыхательного центра. К семейству *Taxaceae* (тисовые) 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. (лавровишка), *Viburnum opulus* L. (калина обыкновенная), *Laburnum anagyroides* Medik. (бобовник анагиридовидный) [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*) – 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. Барбариц, А. И. Растительный мир Беларуси / А. И. Барбариц. – Минск : Вышэйшая школа, 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 [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. – Минск : Вышэйшая школа, 2011. – 180 с.
6. Определитель высших растений Беларуси / Под ред. В. И. Парфенова. – Минск : 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 [и др.]. – Брест : БрГУ, 2022. – 191 с.

К содержанию

УДК 635.347(470.3)

Л. Л. БОНДАРЕВА

Россия, Одинцово, ФГБНУ «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 РФ 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 восточно-азиатским видам капусты. Восточная ветвь вида *Brassica rapa* L. развила 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 с возможностью нескольких срезок 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, особенно, японская капусты очень ценные по диетическим свойствам. Они относятся к группе зелено-желтых овощей, важнейшей для полноценного питания. Содержат большое количество аскорбиновой кислоты, каротина, а также содержат витамины B₁, B₂, PP, 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 ши-

рокого распространения, однако в последние годы спрос на свежую зелень растет, что 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, обуславливает необходимость создания новых сортов, отвечающих строгим требованиям современного рынка.

Выращивая на зелень эту разновидность капусты, следует заметить, что капуста японская Салют Юбилею может дополнить ассортимент востребованных зеленых овощей, например, как руккола, а для некоторых любителей зелени и значительно полюбиться больше, т.к. в этих растениях значительно меньше содержание редечных масел, чем как у рукколы.

В Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию в РФ на 2025 год представлено 8 сортами 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 (ФГБНУ ФНЦО) удалось решить ряд агротехнических приемов для создания нового сорта, адаптированного для выращивания в защищенном и открытом грунте в условиях средней полосы РФ.

Изучение 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 5x5 см в третьей декаде апреля. Всходы появлялись на 3 сутки после посева; через 12–14 суток сформировались растения с пятью настоящими листочками, которые можно было высаживать или в защищенном грунте, или в открытый по схеме посадки 60(50)x40 см.

Наиболее важными признаками продуктивности растений капусты японской являются ее масса и количество листьев. Оценку этих признаков проводили через каждые 5 суток от начала высадки рассады в фазе 5–6 настоящих листьев. Спустя 25–30 суток сформируется мощная листовая розетка, которую уже 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 вре-

дителей 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 не только исключить или значительно снизить влияние крестоцветной блошки, но и создаются наиболее оптимальные условия для выращивания растений, оставаясь в технической спелости, без образования цветоносов, что ухудшает вкусовые качества салатной зелени. У сорта Салют Юбилею имеется особенность длительного сохранения товарных растений технической спелости. Установлено, что при посеве ранней весной цветоносы образуются на 53 сутки [4].

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

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пивоваров, В. Ф. 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 НГАУ. – 2018. – № 4. – С. 50–61.
3. Артемьева, А. М. Изучение капустных культур коллекции вир Заполярье / А. М. Артемьева // Северное земледелие. Овощные культуры : тез. докл. Науч. семинара в рамках 100-летия северного земледелия, посвящ. 90-летию со дня рождения Л. В. Сазоновой, 21 марта 2023 г., г. С.-Пб. / Федеральный институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова / под общ. ред Ю. В. Ухватовой, Е. А. Соколовой. – С.-Пб : ВИР, 2023. – С. 28–29.
4. Бондарева, Л. Л. Капуста японская: особенности морфологических и биохимических показателей селекционного сортообразца / 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

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 решение ряд глобальных проблем, волнующих все человечество, в том числе продовольственной, энергетической, охране окружающей среды, освоение 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 входит в состав зеленых (34,6 %), синезеленых (19,5 %) и диатомовых (17,3 %) водорослей и включает 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 озере «Вычулки». Выполнение исследований предусматривало сбор проб воды и их анализ. Водоросли отбирали на различной глубине воды, на дне водоема, на поверхности различных субстратов в воде и на высших растениях по общепринятым методам 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 озере «Вычулки» были обнаружены 13 родов водорослей, относящихся к 4 отделам, 7 классам, 8 порядкам, 12 семействам.

- Отдел Сине-зеленые водоросли – *Cyanophyta*
- Класс Хроококковые – *Chroococcophyceae*
- Порядок Хроококковые – *Chroococcales* Geitt.
- Семейство Микроцистовые – *Microcystidaceae* Elenk.
- Род Микроцистис – *Microcystis* (Kütz.) Elenk.
- Семейство Глеокапсовые – *Gloeostichaceae* 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 Пеннатофииевые – *Pennatophyceae*
- Порядок Бесшовные – *Araphales*
- Семейство Фрагилляриевые – *Fragiliaceae* (Kütz.) D. T.
- Род Фрагиллярия – *Fragilaria* Lyngb.
- Род Синедра – *Synedra* Ehr.
- Порядок Шовные – *Raphales*
- Семейство Навикуловые – *Naviculaceae* Kütz.
- Род Пиннулярия – *Pinnularia* Ehr.
- Отдел Желто-зеленые – *Xanthophyta*
- Класс Ксантотриховые – *Xanthothrichophyceae*
- 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 Улотриковые – *Ulothrichophyceae*
Порядок Улотриковые – *Ulothrichales* Bohlin
Семейство Улотриковые – *Ulothrichophyceae* Kütz.
Род Улотрикс – *Ulothrix* Kütz.

Как видим, в пруду «Вычулки», несмотря на не большое 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 школа. Головное изд-во, 1984. – 336 с.
2. Биоиндикация и биотестирование в пресноводных экосистемах: учебное пособие для высших учебных заведений / Н. В. Зуева [и др.]. – СПб. : РГГМУ, 2019. – 140 с.
3. Лемеза, Н. А. Альгология и микология. Практикум : учебное пособие / Н. А. Лемеза. – Минск : Выш. шк., 2008. – 319 с.
4. Михеева, Т. М. Альгофлора Беларуси. Таксономический каталог / Т. М. Михеева. – Минск : БГУ, 1999. – 396 с.
5. Методы изучения пресноводного планктона : методическое руководство / под ред. А. П. Садчикова. – М. : Университет и школа, 2003. – 157 с.
6. Михеева, Т. М. Методы количественного учета нанофитопланктона / Т. М. Михеева // Гидробиология, Т. 25. – № 4. – Навукова думка, 1989. – С. 3–21.
7. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / под. ред. В. А. Абакумова. – СПб. : Гидрометеоиздат, 1992. – 318 с.
8. Определитель пресноводных водорослей СССР / М. М. Забелина [и др.]. – М. : Советская наука, 1951. – 620 с.

К содержанию

УДК 581.5

Д. Н. ГОЛОВАЧ, Т. А. СЕЛЕВИЧ
Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

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

Биологический заказник республиканского значения «Лунинский» является уникальным, прежде всего, благодаря озеру 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 6 пробных площадей, в 2023 и 2025 гг. увеличили число пробных площадей до 8-ми (к 6-ти 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 озера 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 3 площадях из 6-ти и имел высокое обилие. В 2023 г. *I. lacustris* был найден только на одной пробной площади из восьми, причем на прежней первой (*I*) площади, где его обилие незначительно снизилось по сравнению с 2022 г. Таким образом встречааемость *I. lacustris* значительно сократилась (формально с 50 % до 13 %).

В 2025 г. *I. lacustris* сохранился на *I* площади 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 полушиника стали меньше, чем в прежние годы.

В 2022 г. *L. dortmanna* была обнаружена на всех 6-ти 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 встречааемость однозначно сократилась по сравнению с предыдущим годом (по цифрам со 100 % до 50 % опять-таки формально из-за увеличения числа пробных площадей). В 2023 г. обилие не изменилось только на *I* пробной площади, 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 площади, 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 полушиника и лобелии на площадях (после плодоношения цветоносы лобелии полегают и скрываются под водой). В 2025 г. сумма выпавших осадков была промежуточной (410 мм), и полушиник удалось выявить на тех же площадях, что и в 2022 г. Однако уменьшилось его обилие: если в 2022 г. на первой площади он образовывал «зеленые луга» вместе с *L. dortmanna* (рисунок), то там же в 2025 г. в зарослях лобелии просматривались только его одиночные куртики. 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 полушиника могут быть реакцией на усиление эвтрофирования водоёма, которое было зафиксировано даже несколькими годами ранее для озера Белое в работе [3]. И по нашим последним наблюдениям, озеро испытывает значительную рекреационную нагрузку, которая с каждым годом растет, что является следствием рекламы в социальных сетях. Людей привлекают высокая про-

зрачность 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.



Рисунок – «Зеленые луга», образованные *Lobelia dortmanna* и *Isoëtes lacustris*.
Фото автора 25.09.2022 г.

Проведенное исследование показало, что состояние популяций *L. dortmanna* и *I. lacustris* в озере Белое нестабильное с некоторой тенденцией к ухудшению, что подтверждает актуальность проведения мониторинга в отношении этих охраняемых водных растений, для которых озеро 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 (предс.), М. Е. Никифоров, В. И. Парфенов [и др.]. – 4-е изд. – Минск : Беларус. Энцыкл. 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 (*Isoëtes 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)»: сборник научных статей. – Минск : 2019. – 175–181 с.

К содержанию

УДК 577.29

Н. В. ГУДНАЯ

Минск, Центральный ботанический сад НАН Беларуси

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

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. Rimen. – 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 9 изучаемых популяций *S. erecta* (Huds.) M. Rimen. (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, и воды.

Таблица 1 – Праймеры, используемые в исследовании: I – праймер, II – оптимальная температура отжига Та (°С), III – последовательность (5' – 3')

I	II	III	I	II	III
2074	49,6	GCTCTGATACCA	2077	55,1	CTCACGATGCCA
2389	50,0	ACATCCTTCCCA	2390	56,4	GCAACAAACCCCA
2373	51,0	GAACTTGCTCCGATGCCA	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	GC GGAGTCGCCA
2095	53,7	GCTCGGATACCA	2399	63,0	AAACTGGCAACGGCGCCA
2083	54,6	CTTCTAGCGCCA	2080	63,3	CAGACGGCGCCA
2237	55,0	CCCCTACCTGGCGTGCCA	2081	65,0	GCAACGGCGCCA
2239	55,0	ACCTAGGCTCGGATGCCA	2270	65,0	ACCTGGCGTGCCA
2272	55,0	GGCTCAGATGCCA	2079	65,2	AGGTGGGCGCCA

Программа ПЦР состояла из: 1 цикла при 95°C в течение 5 мин; 34 циклов при 95°C в течение 15 с, отжиг проводили при температуре 49,6-65,2°C (в зависимости от праймера) в течение 60 с, элонгация 68°C в течение 90 с. Финальная элонгация проводилась при 72°C в течение 8 мин. Амплификацию проводили в программируемом терморегуляторе GeneExplorer GE-48DG (Hangzhou Bioer Technology Co., Китай). Электрофорез проводили при напряжении в 65V на протяжении 5 часов в 2% 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).

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 Та (°С)	Последовательность (5' – 3')
2074	48,9	GCTCTGATACCA
2375	48,9	TCGCATCAACCA
2277	49,6	GGCGATGATACCA
2373	50,4	GAACTTGCTCCGATGCCA

Окончание таблицы 2

2239	53,2	ACCTAGGCTGGATGCCA
------	------	-------------------

Полученное изображение электрофореза с использованием маркера 2074 представлено на рисунке.

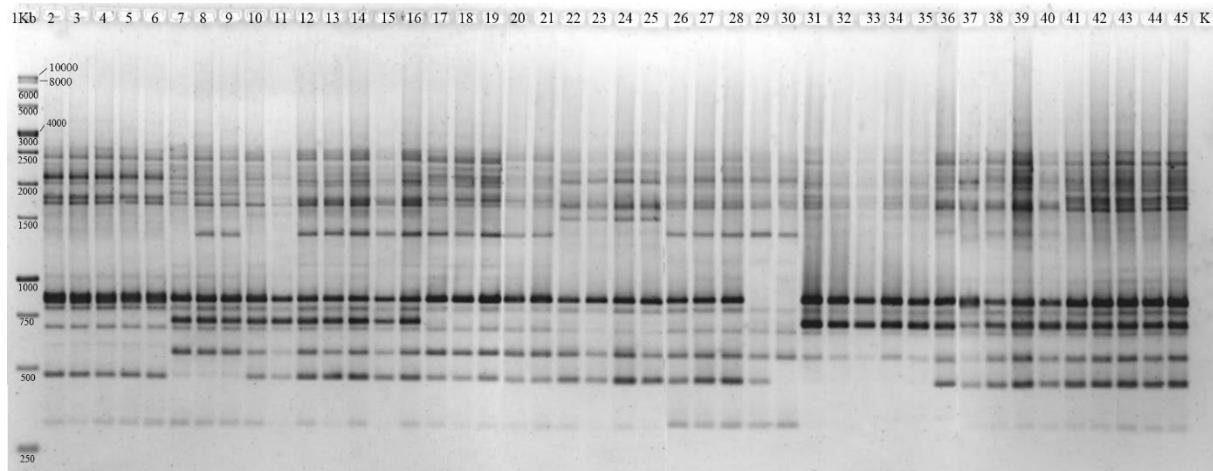


Рисунок – Результаты ПЦР с использованием 2074 iPBS праймера для популяций Щара (дорожки 2–6), Брест (дорожки 7–11), Каменюки (дорожки 12–16), Слоним (дорожки 17–21), Ивье (дорожки 22–25), Рыбаки (дорожки 26–30), Мстиж (дорожки 31–35), Кудричи (дорожки 36–40), Голынец (дорожки 41–45). К – Отрицательный контроль. Первая дорожка – маркер молекулярного веса 1Кб.

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 Ecol. Conserv. – 2025. – Vol. 58. – P. e03437.
2. Красная книга Республики Беларусь. Растения: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / М-во природ. ресурс. и охран. окруж. среды Респ. Беларусь, Нац. акад. наук Беларуси ; гл. редкол. : Л. И. Хоружик (предс.) [и др.]. – 4-е изд. – Минск : Беларус. энцыкл. імя П. Броўкі, 2015. – 445 с.

3. IPBS: a universal method for DNA fingerprinting and retrotransposon isolation / R. Kalendar [et. all] // Theor. Appl. Genet. – 2010. – Vol. 121, № 8. – P. 1419–1430.

К содержанию

УДК 504.05;631.45;631.8

А. С. ДОМАСЬ, М. А. ДРОНОВ
Брест, БГУ имени А. С. Пушкина

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

Загрязнение почвы отработанным моторным маслом представляет серьёзную угрозу для растений и экосистемы в целом. Отработанное масло относится к отходам 2–3 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 ёмкость катионного обмена. Отработанное моторное масло способно оказывать токсическое действие на большинство микроорганизмов и растений. Однако в загрязнённых средах могут адаптироваться и размножаться углеводородокисляющие бактерии. Вызываемое нарушение экобаланса может существенно влиять на и динамику микробиоценоза. В связи с этим возникает срочная необходимость в очистке и рекультивации загрязненной территории.

В нашем исследовании мы не ставили перед собой цель установить роль тяжелых углеводородов в формировании фитотоксичности почвы и силу ее проявления, а лишь 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 кress-салата (*Lepidium sativum* L.) сорта Обыкновенный. Регистрацию показателей проводили на 5 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 определяющая роль в токсичности моторного масла на показатель всхожести принадлежала самому факту присутствия тяжелого углеводорода, а не его количества. Исходя из результата опыта возможно предположить, что интенсивность токсического эффекта моторного масла находилась на физиологическом плато, достижение которого произошло при более низких концентрациях.

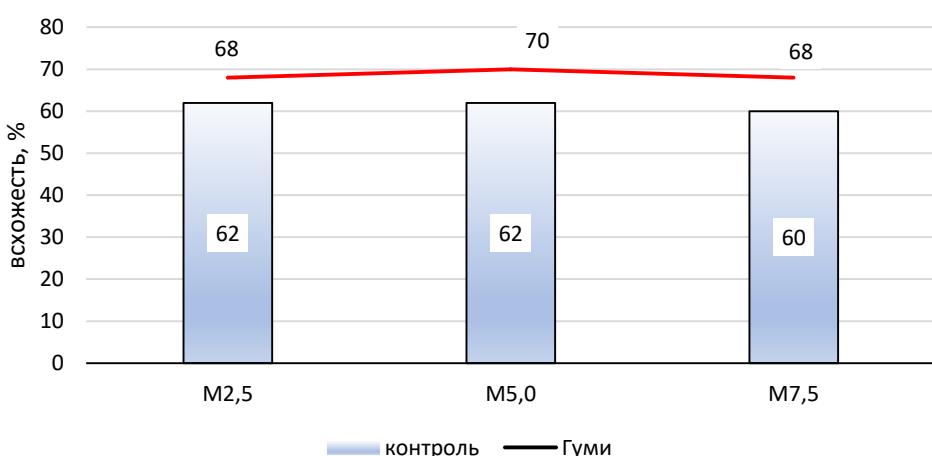


Рисунок 1 – Изменение всхожести кress-салата в условиях углеводородного загрязнения в присутствии гуминового препарата

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 возрастила, 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 пластиинки 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.

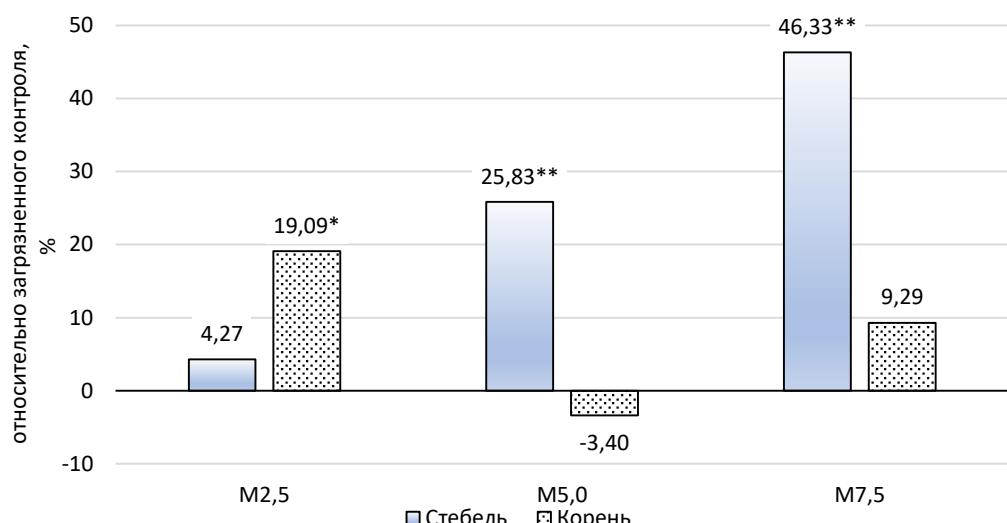


Рисунок 2 – Изменение морфометрических показателей кресс-салата в условиях углеводородного загрязнения в присутствии гуминового препарата
*достоверно при $P_{0,05}$; **достоверно при $P_{0,01}$

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

Подводя итог вышеизложенному, использование гуминового препарата «Гуми» в условиях загрязнения почвы отработанным моторным маслом способствует преодолению углеводородного стресса у проростков кress-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. Киреева, Н.А. Фитотоксичность антропогенно-загрязненных почв / Н.А. Киреева [и др.]. – 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, распространённый в Европе, Исландии, на о-вах Атлантического океана, в Азии, Сев. и Юж. Африке, Центр. и Юж. Америке, на о. Гаити и Галапагосских о-вах. В России встречается рассеянно в европейской части (Воронежская, Липецкая, Орловская и Ростовская обл., ДНР, Республики Башкортостан, Коми, Крым, Татарстан), на Кавказе, в Зап. и Юж. Сибири, на Дальнем Востоке [1–5]. В Ростовской обл. отмечен в Октябрьском (х. Ягодинка: Осиповская балка) и Неклиновском (х. Курлацкий: близ слияния рр. Самбек и Бирючья) р-нах [RV, RWBG; 6–9]. Редок на протяжении всего ареала [1; 3].

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

Включался во все издания Красной книги Ростовской области [10; 11], включая последнее [9], где имеет категорию статуса редкости 3 б, в – редкий вид, имеющий значительный ареал, в пределах которого встречается спорадически и с небольшой численностью популяций, и имеющий узкую экологическую приуроченность, связанный со специфическими условиями произрастания.

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

Местонахождение: Белокалитвинский р-н, 2,2 км юго-восточнее х. Богураев (Богураевское сельское поселение), балка Черная, байрачный лес. ООПТ категории охраняемый ландшафт Урочище «Черная балка» (рисунок).

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 кв. м (два локуса по 1 кв. м), 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.

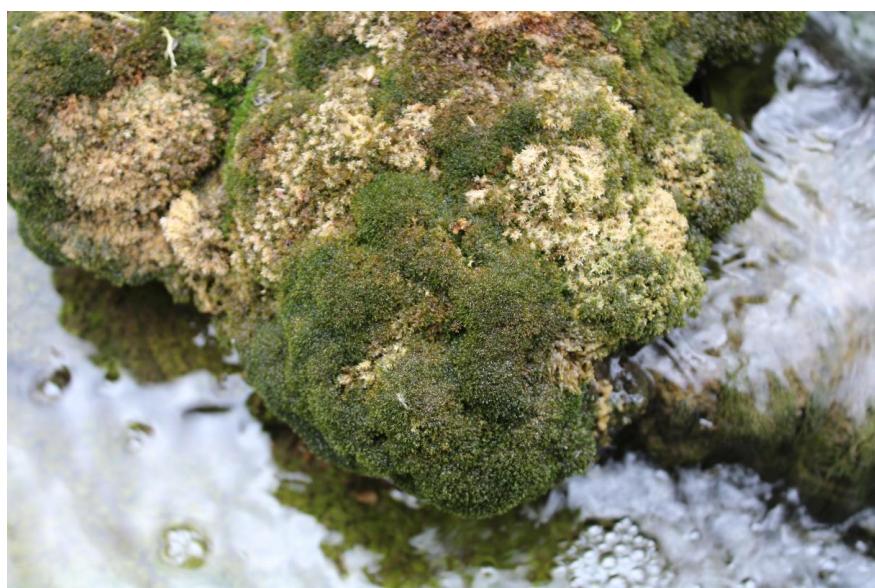


Рисунок – *Didymodon tophaceus* в уроцище Черная балка, май 2025 г., фото автора

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 для территории Белокалитвенского р-на выявлено произрастание *Didymodon tophaceus* и это третье местонахождение вида в Ростовской области. Популяция отличается низкой численностью и занимаемой площадью, но находится в благоприятных условиях. Степень охраны популяции достаточная, т.к. вид развивается на ООПТ областного значения категории охраняемый ландшафт Уроцище «Чёрная балка».

В связи с большой редкостью дидимодона туфового в Ростовской обл. 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. : Т-во науч. изд. КМК, 2003. – Т. 1. – С. 1–608.
2. Игнатов, М. С., Афонина О. М., Игнатова Е. А. 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 : Фитосоциоцентр, 1999. – 180 с.
4. Новые бриологические находки / Е. В. Софронова (ред.), О. М. Афонина, Е. А. Боровичев [и др.] // *Arctoa*. – 2017. – Т. 26, № 2. – С. 214–227.
5. Boiko, M. F. The Second checklist of Bryobionta of Ukraine / M. F. Boiko // Chornomors'k. bot. z. – 2014. – V. 10. – № 4. – P. 426-487.
6. Бабенко, Л. О. Рідкісні мохоподібні еколо-ценотичних комплексів Нижнього Дону та Центральної частини Поділля / Л. О.Бабенко, В. О. Болюх // Укр. бот. журн. – 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 : Изд-во «Пайк», 1996. – С. 50–75.
8. Середа, В. А. Бриофлора Северного Приазовья (Ростовская область, Европейская Россия) / В. А. Середа, М. С. Игнатов // *Arctoa*. – 2008. – Т. 17. – С. 185–190.
9. Красная книга Ростовской области. Т. 2. Растения и грибы. / Минво природных ресурсов и экологии Ростовской области ; О. Н. Дёмина, Ю. В. Дзигунова, О. Ю. Ермолаева [и др.] ; научные редакторы : Е. Э. Мучник [и др.]; ред. колл. : С. Н. Бодряков – заместитель Губернатора Ростовской области [и др.]. – Изд. 3-е. – Ростов-на-Дону; Белгород: КОНСТАНТА, 2024. – 472 с.
10. Красная книга Ростовской области: в 2 т. / Комитет по охране окруж. среды и прир. ресурсов АРО. – Ростов н/Д : ИПФ «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. 2-е изд. / Минприроды Рост. обл. – Ростов н/Д.: Минприроды Рост. обл., 2014. – Т. 2. Растения и грибы / Науч. ред. В. В. Федяева. – 344 с.

К содержанию

УДК 58.02

А. С. КЕЛЬНИК, А. А. САКОВИЧ

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

**ОСОБЕННОСТИ ТАКСОНОМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ
И ВСТРЕЧАЕМОСТИ МОХООБРАЗНЫХ-ЭПИФИТОВ
В УСЛОВИЯХ СЕВОРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЛЕСОПАРКА
«РУМЛЕВО» (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 кору, 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 города Гродно (Гродненский район, 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 – согласно М. С. Игнатьеву и др. [3], Г. Ф. Рыковскому [4]. Анализ встречаемости видов по [5].

Бриофлора лесопарка «Румлёво» включает 21 вид мохообразных. Выявленный видовой состав относится к 2-м отделам (Bryophyta и Marchantiophyta), 2-м 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., *Serpolleskea subtilis* (Hedw.) Loeske, *Isothecium alopecuroides* (Lam. ex Du bois) Isov., *Metzgeria furacata* (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.) Ignalov & Huttunen, *Hypnum cupressiforme* Hedw., *P. polyantha* (Hedw.) Bruch, *M. furcata*. На северной, западной и южной экспозиции отмечено по три 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*.

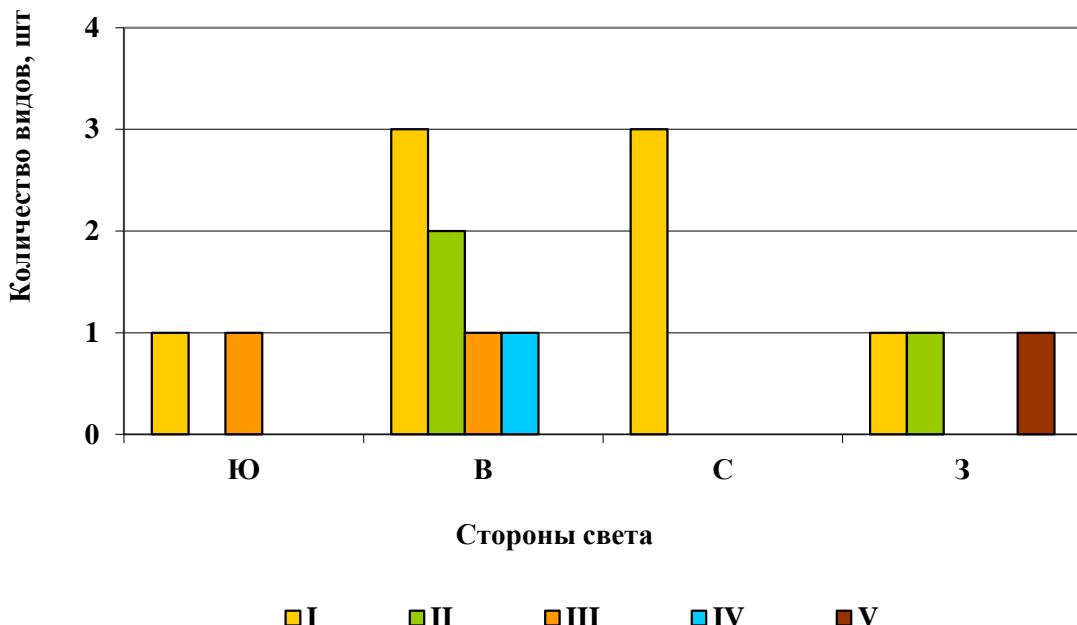


Рисунок – Таксономический объём бриофитов по классам константности

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

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Обабко, Р. П. Состав и структура эпифитных сообществ с доминированием мхов в условиях среднетаёжных ельников черничных: дис. д-ра биол. наук: 02.11.23 / Р. П. Обабко. – Петрозаводск, 2023. – 143 л.
2. Кельник, А. С. Топические особенности мохообразных эпифитов *Carpinus betulus* L. В лесопарке «Румлево» / 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. Флора мхов средней части европейской России / М. С. Игнатов [и др.] // Arctoa. – М. : КМК, 2003. – Т. 1. Sphagnaceae – Hedwigiaceae (Arctoa T. 11, приложение 1. – С. 1–608); 2004. – Т. 2. Fontinalaceae – Amblystegiaceae (Arctoa T. 11, приложение 1. – С. 609–944).

4. Рыковский, Г. Ф. Флора Беларуси. Мохообразные: в 2 т. / Г. Ф. Рыковский, О. М. Масловский. – Минск, 2004 (437 с.), 2009 (213 с.). – Т. 1–2.

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

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 [0]. 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 устраниению 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 помещениях 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. моделировании 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 °C. 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 °C грибы практически не росли. При температуре 20 °C, 28 °C, 37 °C наблюдали быстрый рост микромицетов, к седьмым суткам занимали площадь более 50 мм². Различия ростовых показателей у двух штаммов при разной температуре были не достоверными. Исследуемые штаммы микромицетов являлись мезофилами. Микромицеты прекрасно развивались при 37° C, что указывает на их потенциальную опасность для человека.

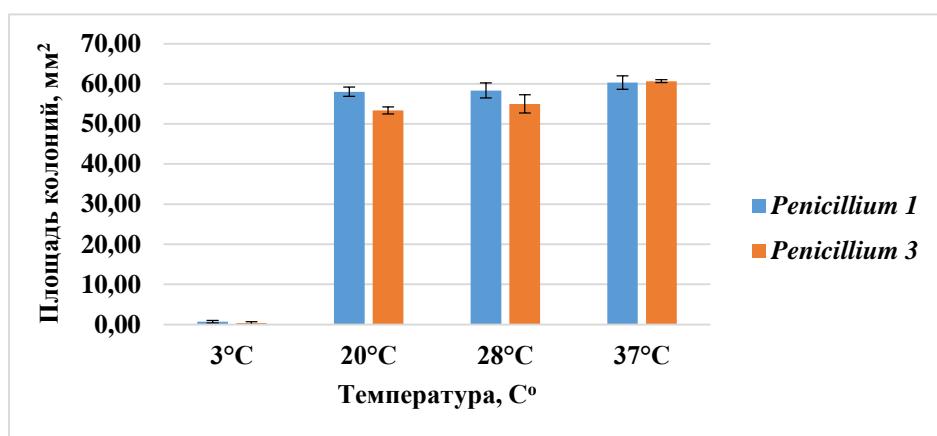


Рисунок 1 – Влияние температуры на развитие двух штаммов *Penicillium* sp.

На рисунке 2 показаны площади колоний двух штаммов *Penicillium* sp. на средах Чапека с pH: 2, 4, 6 и 7. Наблюдали наименьший показатель роста микромицетов при pH 2, что свидетельствует об угнетающем действии очень кислой среды. При pH 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 ацидотолерантными.

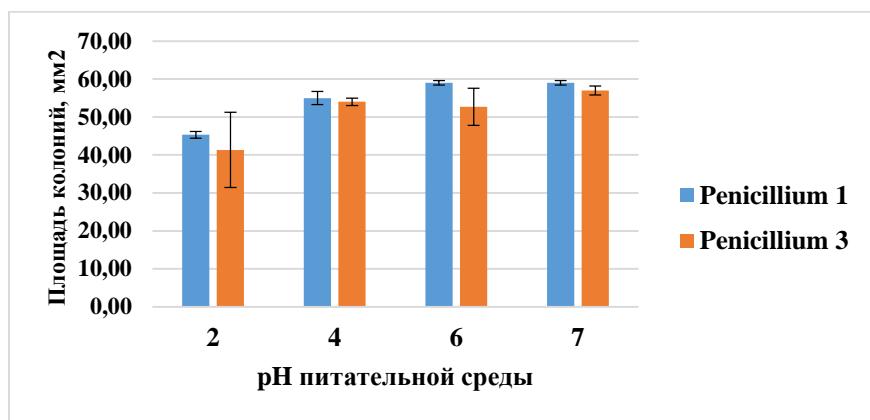


Рисунок 2 – Влияние рН на развитие двух штаммов *Penicillium* sp.

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.

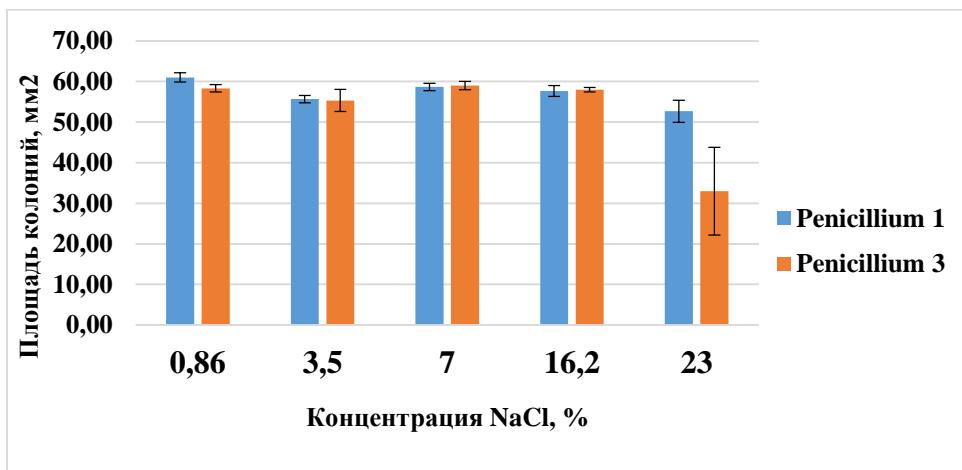


Рисунок 3 – Влияние концентрации NaCl, % на развитие двух штаммов *Penicillium* sp.

Таким образом, изучив влияния 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, рН. *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 рН4-7). Оптималь-

ными 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. Учебно-методическое пособие / Н. С. Карамова, Г. В. Надеева, Т. В. Багаева. – Казанский университет, 2014. – 36 с.
2. Гончарова, И. А. Научно-практические рекомендации по защите архивных документов на бумажных носителях от плесневых грибов / И. А. Гончарова. – Минск : БелНИИДАД, 2020. – 64 с.
3. Гончарова, И. А. Методы лабораторных исследований при решении проблем обеспечения микологической безопасности архивов / И. А. Гончарова. – Минск : БелНИИДАД, 2023. – 56 с.

К содержанию

УДК 581.52

А. А. КОРОТКАЯ, О. В. СОЗИНОВ

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 2023–24 гг.) охвачены нами два пойменных биотопа, которые располагались в долинах рек г. Гродно: р. Юрисдика ($N\ 53^{\circ}15'41''\ E\ 23^{\circ}3'50''$), р. Лососно ($N\ 53^{\circ}39'55''\ E\ 53^{\circ}46'15''$). Описание растительных сообществ с ценопопуляциями *I. glandulifera* производили детально-маршрутным методом: заложены пробные площади по $100\ m^2$ – от 10 до 100 см от уреза воды. Проведены геоботанические описания фитоценозов, получены морфо-ценотические характеристики *I. glandulifera*: высота (см), плотность побегов ($\text{шт}/m^2$); 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. Юрисдика 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. Юрисдика 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 морфо-ценотические показатели ценопопуляций *I. glandulifera* за 2023–2024 гг.

Таблица 1 – Морфо-ценотические 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
Кол-во 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
Кол-во цветков на 1 растение, шт.	2,07±0,52	6,33±1,24	1,17±0,29	2,38±0,69
Кол-во плодов на 1 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 по параметрам: 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 параметрам: плотность побегов, диаметр стебля, количество плодов, цветков и листовых пластинок, ширина листовой пластинки (таблица 2).

Таблица 2 – Показатели критерия Стьюдента при сравнении морфо-ценотических параметров *I. glandulifera* в долинах рек Юрисдика* и Лососно**

Параметры	2023 г. * и **		2024 г. * и **		2023-2024 г.*		2023-2024 г.**	
	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 1 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 1 растение, шт.	3,79	2,00	1,81	2,05	2,11	1,92	2,50	2,04
Число плодов на 1 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 морфо-ценотическим параметрам выявлены значимые различия ($p<0,05$).

Нами отмечены в двух биотопах г. Гродно следующие изменения 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 °C, 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. выпало за лето 201 мм осадков, а в 2024 г. – 77 мм).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Черная книга флоры Беларуси: чужеродные вредоносные растения / Д. В. Дубовник [и др.] ; под общ. ред. В. И. Парфенова, А. В. Пугачевского ; Нац. акад. наук Беларусь, Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича. – Минск : Беларуская навука, 2020. – 407 с.
2. Агрессивные чужеродные виды диких животных и дикорастущих растений на территории Республики Беларусь / В. Н. Варавко [и др.]. – Минск, 2008. – 40 с.
3. Ипатов, В. С. Описание фитоценоза : методические рекомендации. Учебно-методическое пособие / В. С. Ипатов, Д. М. Мирин. – СПб : СПб ГУ, 2008. – 71 с.

К содержанию

УДК 582.28

В. Г. КРАВЧУК, Н. М. МАТУСЕВИЧ

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 пуща» – один из старейших и наиболее ценных лесных резерватов Европы, включённый в список Всемирного наследия ЮНЕСКО. Благодаря высокой степени сохранности естественных экосистем, разнообразию древесных пород и микроклиматических условий, Пуща 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 годов.

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 пущи 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 пуща»

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 utriformis</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.	Болкальчик Олла
<i>Cyathus striatus</i> (Huds.) Willd.	Бокальчик полосатый
<i>Crucibulum laeve</i> (Huds.) Kambly	Бокальчик гладкий
<i>Gastrum campestre</i> Morgan	Земляная звезда полевая
<i>Gastrum fimbriatum</i> Fr.	Звездовик баҳромчатый
<i>Gastrum michelianum</i> (Sacc.) W.G. Sm.	Звездовик микелианский
<i>Gastrum pectinatum</i> Pers.	Звездовик гребенчатый
<i>Gastrum quadrifidum</i> Pers.	Звездовик четырёхлопастный
<i>Gastrum rufescens</i> Pers.	Звездовик рыжеватый
<i>Gastrum 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.	Весёлка обыкновенная

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

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сосин, П. Е. Определитель гастеромицетов СССР / АН СССР. Науч. совет по проблеме «Биол. основы рационального использования, преобразования и охраны растительности Мира». – Ленинград : Наука. Ленингр. отд-ние, 1973. – С. 7–17.
2. Инвентаризация макромицетов территории НП Беловежская Пуща : отчет о НИР (промежуточ.) / ГПУ НП «Беловежская Пуща» ; рук. В. В. Тетеренок ; исполн. В. Г. Кравчук. – Каменюки, 2024. – 79 с. – № ГР 20230558.
3. Blonski, F. Sprawozdanie z wycieczki botanicznej do Puszczy Białowieskiej, Ładzkiej i Świsłockiej w 1888 roku / F. Blonski, K. Drymmer // Pam. Fizjogr. – 1889. – Dział 3. – T. 9. – S. 55–62, 102–115.
4. Михалевич, П. К. Новые и редкие для микрофлоры Беларуси виды грибов обнаруженные в Беловежской пуще и лесах Каменецкого района / П. К. Михалевич // Ботаника : (исследования) : сборник научных трудов / НАН Беларуси, ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси» ; редкол.: В. И. Парфенов (гл. ред.) [и др.]. – Вып. 32. – Минск, 1997. – С. 81–83.
5. Гапиенко, О. С. Редкие виды грибов национального парка «Беловежская пуща» / О. С. Гапиенко, Т. Г. Шабашова, Д. Б. Беломесяцева // Беловежская пуща. Исследования. – Брест, 2016. – Вып. 14. – С. – 163–172.
6. Изучить видовой состав афиллофороидных, агарикоидных и гастероидных базидиомицетов НП «Беловежская пуща» за 2018 год: отчет о НИР // Рукопись. / исп. Т. Г. Шабашова [и др.]. – 2018. – 119 с.
7. Шабашова, Т. Г. Значение Беловежской пущи 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 Всероссийской науч.-практ. конф. с междунар. участием, Петрозаводск, 12–14 октября 2021 г. : научное электронное издание / отв. редактор Н. В. Ильмист. – Петрозаводск : КарНЦ РАН, 2021. – С. 199–201.
8. Антонович, А. О. Таксономический анализ агарикоидных базидиомицетов Национального парка «Беловежская пуща» 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

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, как-то: Куньминско-Монреальская рамочная программа в области биоразнообразия, которая была принята 196 странами в 2022 году; утвержден Национальный план действий по сохранению и устойчивому использованию биологического разнообразия на 2021–2025 годы Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 21 декабря 2021 г. №733 [1] и другие.

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

В настоящее время неоспоримо преимущество клonalного микроразмножения 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 микроразмножение 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].

В литературе имеются публикации, свидетельствующие об успешном применении клonalного 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, сине-голубой), редкие виды орхидных умеренной зоны и многие другие. 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 горицвета 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 го-

лубики высокорослой, бруслики 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, бруслики 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 клonalного 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 восемь семейств, пятнадцать родов и шестнадцать видов, служащий одним из путей сохранения биоразнообразия растений.

Таким образом, клonalное 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]. – Минск, 2025. – URL: <http://www.pravo.by> (дата обращения: 19.10.2025).
2. Первый национальный доклад по выполнению конвенции о биологическом разнообразии в Беларуси. – Минск : БелЭКС, 1998. – 125 с.
3. A numeric index to establish conservation priorities for medicinal plants in the Paravacasca Valley, Córdoba, Argentina / G. Martínez, A. Planchuelo, E. Fuentes, M. Ojeda // Biodiversity and Conservation. – 2006. – Vol. 15, N 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 // Bot. Macaronesica. – 1985. – N 14. – P. 59–72.

[К содержанию](#)

MASHEEFA MACKEEN¹, Z. S. KUNTSEVICH²

¹Sri Lanka, ²Vitebsk, Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University

CLIMATE CHANGE AND THE FUTURE OF SRI LANKA'S AYURVEDIC MEDICINAL PLANTS: ECOLOGICAL AND CON- SERVATION 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 expo-

sure, 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., Verma, P. and Negi, C. A. 2018. Review on Some Traditional Medicinal Plants. *Int. J. Life. Sci. Scienti. Res.*, 4(1): 1550–1556.
2. Ediriweera E.R.H.S.S. 2007. A review on medicinal uses of weeds in Sri Lanka. *Tropical Agricultural Research and Extension*, 10 (1): 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**

¹Витебск, ВГУ имени П.М. Машерова, ² 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. К одной из задач инвазионной биологии относится инвентаризация инвазионных видов. Важным мероприятием по сохранению биоразнообразия и уменьшению негативных последствий биологических инвазий является составление Черных книг и «black»-листов, которые показывают степень загрязнения естественных и нарушенных местообитаний чужеродными видами.

Клён ясенелистный (*Acer negundo L.*), является чужеродным инвазивным видом в Республике Беларусь и сопредельных государствах. Включён 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 заселённых им территориях, а также наносит большой экологический, и в ближайшей перспективе будет наносить и экономический ущерб. В настоящее время в республике клен ясенелистный встречается по всей территории Беларуси, местами образуя значительные заросли, а в некоторых местах уже образует монодоминантные растительные сообщества. В климатических условиях Беларуси вполне морозостоек. В суровые зимы однолетние побеги повреждались морозами. Однако потепление климата, хорошо отразилось на развитии клёна 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 распространения клена ясенелистного.

На протяжении 2021–2025 гг. нами проводились полевые исследования в бассейне реки Западная Двина в пределах Витебской области: от границы Российской Федерации в окрестностях г. п. Сураж на территории Витебского района до границы с Латвией на территории Браславского района. Обследованы ее притоков (Усвяча, Каспля, Лужеснянка, Витьба, Лучеса, Кривинка, Улла, Оболь, Сосница, Полота, Ушача, Нача, Дисна, Ужица, Сарьянка, Волта, Вята, Друйка), а также малые реки и притоки притоков: Вымнянка (приток Каспли), Сильница (приток Витьбы), Берёзка (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 распространения 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 растения. Женские экземпляры вступают в плодоношение уже в 5-ти или 6-ти 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 процесс распространения инвазии клена ясенелистного в долинах рек развивается 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 2-й 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 клёна 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 населённых 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 реки Западная Двина и угрозы распространения инвазии на отдельных реках бассейна по пяти бальной 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 реке Западная Двина очень высокая степень угрозы распространения инвазии клена ясенелистного. На всем протяжении реки идет расширение площади зарослей и появление новых локалитетов клена. На многих участках берегового склона клен ясенелистный сформировал по линии паводка монодоминантные полосы со 100% 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 / Д.В. Дубовик [и др.] ; под общ. ред. В.И. Парфенова, А.В. Пугачевского; Нац. акад. наук Беларусь, Ин-т эксперим. Ботаники им. В.Ф. Купревича. – Минск: Беларуская навука, 2020. – 407 с.
2. Мержвинский, Л. М. 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 [Электронный ресурс] : материалы 75 Региональной научно-практической конференции преподавателей, научных сотрудников и аспирантов, Витебск, 3 марта 2023 г. / Витеб. гос. ун-т ; редкол.: Е. Я. Аршанский (гл. ред.) [и др.]. – Витебск : ВГУ имени 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 [Электронный ресурс] : материалы 75 Региональной научно-практической конференции преподавателей, научных сотрудников и аспирантов, Витебск, 3 марта 2023 г. / Витеб. гос. ун-т ; редкол. : Е. Я. Аршанский (гл. ред.) [и др.]. – Витебск : ВГУ имени П. М. Машерова, 2023. – С. 146–148.

К содержанию

УДК 58.006

А. Н. МЯЛИК, В. В. ТИТОК

Минск, ЦБС НАН Беларуси

РЕЗУЛЬТАТЫ ТАКСОНОМИЧЕСКОЙ ВЕРИФИКАЦИИ НЕКОТОРЫХ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ ИЗ КОЛЛЕКЦИЙ ЦБС НАН БЕЛАРУСИ

Высокое разнообразие растений в коллекциях ЦБС НАН Беларуси (далее ЦБС), полученных из различных природных регионов земного шара, определяет сложность учета образцов и надежность 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 2 десятилетия назад оставалась достаточно сложной и трудно решаемой. В настоящее время в ЦБС содержится 42 коллекции растений, выращиваемых в условиях открытого и защищенного грунта, 2 коллекции «*in vitro*», а также 2 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 гербариизации, 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 пряно-ароматических 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 первоочеред-

ной верификации. В таблице представлены результаты ревизии образцов из коллекций лекарственных, пряно-ароматических, медоносных и кра-сильных растений.

Таблица – Результаты верификации образцов из коллекций ЦБС

№ интродукцион- ный	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 × piperita</i> L.	<i>Mentha × dalmatica</i> Tausch
270325	<i>Mentha × piperita</i> L.	<i>Mentha × 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 × piperita</i> L.
279207	<i>Mentha arvensis</i> L.	<i>Mentha × 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 определятельных 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 (insturalist.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 гербариев 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 гербариев 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 Беларусь» / состав. И. К. Володько, Л. В. Гончарова. – Минск : Конфидо, 2022. – 80 с.

К содержанию

УДК 502.175-047.36(476.7)

В. И. ПИНЧУК, М. В. ЛЕВКОВСКАЯ

Брест, БГУ 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, преобладанию 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. Уза в окрестностях д. Новая Буда, Гомельский р-н) 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 десятикратной повторности из трех точек отбора помещали по 15 листьев ряски малой, учитывая их количество и специфические морфологические изменения через 7 сут., затем рассчитывали коэффициент мгновенного роста популяции

(r) и показатель токсичности среды по отношению к контролю (D_t) [2; 7; 8; 9, с. 170; 10].

В ходе проведения биотестирования отмечен рост количества листецов ряски малой во всех вариантах опыта. Средняя численность листецов *Lemna minor* через 7 сут. 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. Т. 6. Цветковые растения / под ред. А. Л. Тахтаджяна. – М. : Просвещение, 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. – Мин. : Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.
4. Определитель растений Белоруссии / под ред. Б. К. Шишкина, М. П. Томина, М. Н. Гончарика. – Мин. : Выш. шк., 1967. – 872 с.
5. Капитонова, О. А. Особенности аккумуляции тяжелых металлов ряской 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. <https://doi.org/10.46646/2521-683X/2022-3-26-32>
7. Биоиндикация и биотестирование в пресноводных экосистемах : учебное пособие для высших учебных 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 лабораторным работам / О. В. Мусатова. – Витебск : Витебск. гос. ун-т, 2006. – 32 с.
9. Федорова, А. И. Практикум по экологии и охране окружающей среды : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А. И. Федорова. – М. : Гуманит. изд. центр 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. – № 2–3. – 2000. – С. 106–108.

К содержанию

УДК 631.8; 631.4

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

Ростов-на-Дону, АБиМ им. 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 данного 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 были 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 граммов. 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	
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: Т-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 O_2 , выделяющегося за 1 мин. из 1 г почвы (мл O_2 /г мин).

На рисунке 1 представлена активность каталазы в почвах, обработанных гидроуглями в дозе 1 %. 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 [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 подчеркивает необходимость дальнейших исследований по применению гидроуглей для улучшения состояния почвы.

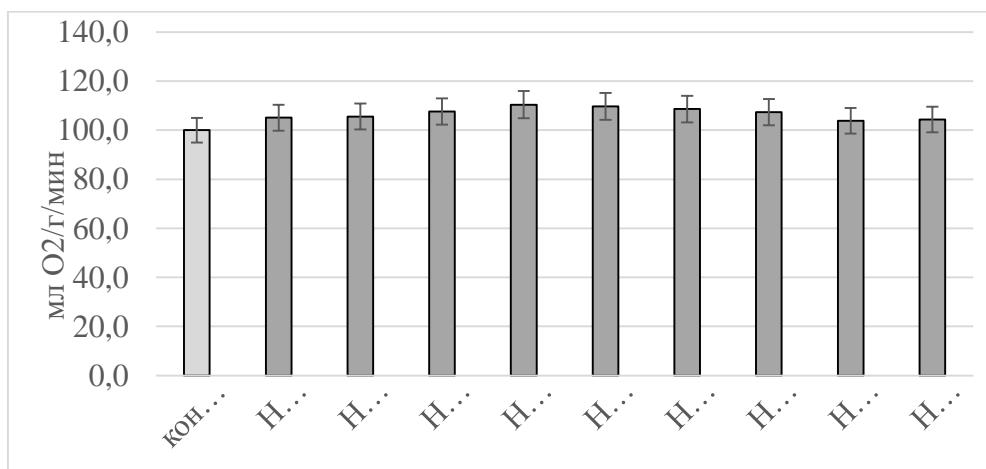


Рисунок – Активность каталазы в опытных и контрольном вариантах

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

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Tarf, O. J. 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 Conv. Bioref, 2022. – Т 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. – Т. 189. – P. 627–633.
3. Thies, J. Characteristics of biochar: biological properties. In: Biochar for Environmental Management / J. Thies, M. C. Rillig. – Science and Technology, 2009. – P. 85–105
4. Галстян, А. III. Унификация методов исследования активности ферментов почв / А. III. Галстян. – Почвоведение, – 1978. – № 2. – С. 107–114.
5. Yang, Y. 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. – Т. 14. – P. 1250669.
6. Yan, X. 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.]. – Sci Rep, 2024. – Т. 14. – P. 31420.
7. Wojewódzki, P. Soil Enzyme Activity Response under the Amendment of Different Types of Biochar / P. Wojewódzki, J. Lemanowicz, B. Debska, S. A. Haddad. – Agronomy, 2022. – Т. 12(3). – P. 569.

К содержанию

УДК 581.2

И. А. РОМАНЮК

Брест, БГУ имени А. С. Пушкина

БОЛЕЗНИ ДРЕВЕСНЫХ ИНТРОДУЦЕНТОВ Г. КОБРИНА

Хозяйственная деятельность человека оказывает значительное влияние на природные экосистемы, изменения 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 надёжность зелёной инфраструктуры. Кроме того, такие исследования позволяют оценить потенциал интродуцированных видов для использования в озеленении других населённых пунктов региона. Особое внимание уделяется выявлению патогенов, поражающих интродуцированные виды, что позволяет оценить их адаптационный потенциал и устойчивость, а также разработать меры по защите зелёных 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. Кобрин. Исследование проводилось с использованием маршрутного метода, предполагающего последовательное обследование зелёных насаждений в различных районах города.

В ходе исследования было выявлено 46 видов древесных интродуцентов, произрастающих на территории города Кобрин. 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 два 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 одному виду [2–4].

Таким образом, флора древесных интродуцентов г. Кобрина отличается высоким таксономическим разнообразием и сочетает декоративные, хозяйственno ценные и экологически устойчивые породы, обеспечивающие не только эстетическое оформление городской среды, но и улучшение её 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. Её 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 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. – Минск : Изд-во БГУ, 1972. – 192 с.
2. Определитель высших растений Беларуси / под ред В. И. Парфенова. – Минск : Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.
3. Определитель высших растений Украины / Д. Н. Доброчаева [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. Мучнисторосные грибы, паразитирующие на культурных и полезных растениях / П. Н. Головин. – Л. : Изд. АН СССР, 1960. – 263 с.

К содержанию

УДК 581.92

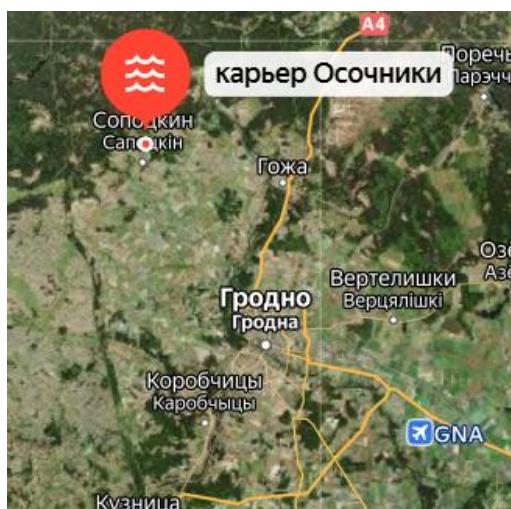
А. И. САДКОВСКАЯ¹, О. В. СОЗИНОВ²

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, сохранению биоразнообразия, оценке 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, Гродненский район, Гродненская область, Беларусь, рисунок 1). Карьер находится в эксплуатации около 20 лет (начало разработки 01.01.2006 г.). Площадь карьера составляет около 1,1 км², из них водное зеркало составляет около 0,7 км². В гравийном карьере сформировано 3 пруда, которые разделены транспортной инфраструктурой.



Примечание: красной стрелкой обозначено место проведения исследований

Рисунок 1 – Месторасположения гравийного карьера «Осочники-1» (А) и внешний облик на лето 2025 года (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, Turphaceae по 2 вида, остальные 10 семейств характеризуются одиночными представителями. Найдено новое местопроизрастание *Turpha laxmannii* для Гродненского района (рисунок 2).



А



Б

Рисунок 2 – *Turpha laxmannii* (А) и *Solidago canadensis* (Б) на территории гравийного карьера «Осочники-1»

По берегам всех прудов с имеются заросли *Turpha latifolia* (рисунок 3), плотность зарослей обусловлена техногенной нагрузкой: более широкая полоса *T. latifolia* отмечена в местах, где прекращена добыча гравия, соответственно происходит снижение техногенного воздействия, вследствие, уменьшается степень нарушения берегов прудов.



Рисунок 3 – Зарастание *Typha latifolia* гравийного карьера «Осочники-1»

На сушке (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 присутствует 2 инвазивных вида растений – *Elodea canadensis* (которая распространена спорадически в 2 озерах; водная полоса), также присутствуют локусы *Solidago canadensis*. За летний период наблюдений (2025 год) за карьером нами отмечено увеличение численности *S. canadensis* (береговая полоса), семянки которого, предположительно, занесены транспортными средствами (грузовым автотранспортом) и дальнейшее распространение золотарника так же 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 сушке) – 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 РУДН. Серия Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2016. – № 3. – С. 26–34.
2. Определитель высших растений Беларуси / Под ред. В. И. Парфенова. – Минск : Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.

К содержанию

УДК 581.5

Т. А. СЕЛЕВИЧ

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

ВИДЫ СЕМЕЙСТВА SALICACEAE MIRB. НА ТЕРРИТОРИИ ЗАРАСТАЮЩЕГО МЕЛОВОГО КАРЬЕРА В ОКР. 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 90-х годов 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 несомненный древесный ярус отдельно или вместе с *P. sylvertris*. 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 морфологическим разнообразием листьев, как по форме, так и по размерам. 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 2 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 попадается в основном в виде молодых вытянутых довольно высоких деревьев с узкой кроной; в 1–2-х 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 2 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. Все 9 видов предпочтуют 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 нейтрофилы и гигрогелофита *S. pentandra*.

Таблица 1 – 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	гелофит	умеренный базофил	олиготроф
<i>S. viminalis</i>	факультативный гелиофит	гигрогелофит	умеренный базофил	-*
<i>S. pentandra</i>	гелиофит	гигрогелофит	нейтрофил	олиготроф
<i>P. tremula</i>	факультативный гелиофит	гигромезофит	-*	-*
<i>P. alba</i>	факультативный гелиофит	гигрофит	базофил	мезотроф
<i>P. nigra</i>	факультативный гелиофит	гигрогелофит	умеренный базофил	эутроф

Примечание: -* – нет данных.

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. – Минск : Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.
2. Парфенов, В. И. Ивы (*Salix L.*) Белоруссии: Таксономия, фитоценология, ресурсы / В. И. Парфенов, И. Ф. Мазан. – Минск : Наука и техника, 1986. – 167 с.
3. Ellenberg, H. Zeigerwerteder Geffasspflanzen Mitteleuropas / H. Ellenberg. – Gottingen, 1991. – 282 s.

К содержанию

УДК 635.127: 631.95

В. А. СТЕПАНОВ

Российская Федерация, Москва, ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства»

РЕПА ЛИСТОВАЯ ДЛЯ САЛАТНЫХ ЛИНИЙ

Ассортимент овощных культур, используемых на территории РФ, 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 (РЭ). 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 ассортимента 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 зеленных 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 куруна (form. *Kuruna Makino*). В ФГБНУ ФНЦО на основе этого генетического материала выведены первые в России отечественные сорта листовой репы с неопущенными листьями для открытого и защищенного грун-

та – Сапфир, Селекта и Бирюза, зарегистрированные в Государственном реестре селекционных достижений РФ.

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 опущения 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. Рекомендуется 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 опущения 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 опущения 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 зеленые 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 и 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, 3, 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 внesezonный 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. : ФГНУ «Росинформагротех», 2002. – 408 с.
2. Сидоров, Е. Г. Выращивание зеленых культур в проточной культуре конвейерным способом / Е. Г. Сидоров, Г. Д. Сорокина, А. А. Контишев, 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

Гродно, ГрГУ имени Я. 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 способствовала 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 «Озёры» (Гродненский и Щучинский районы Гродненской области), окрестности 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 (Rs – 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 Созиновым О. В., Рымшой О. С. и Беловой Е. А. [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 варьировала в пределах от 84–98 %, 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 не достоверной.

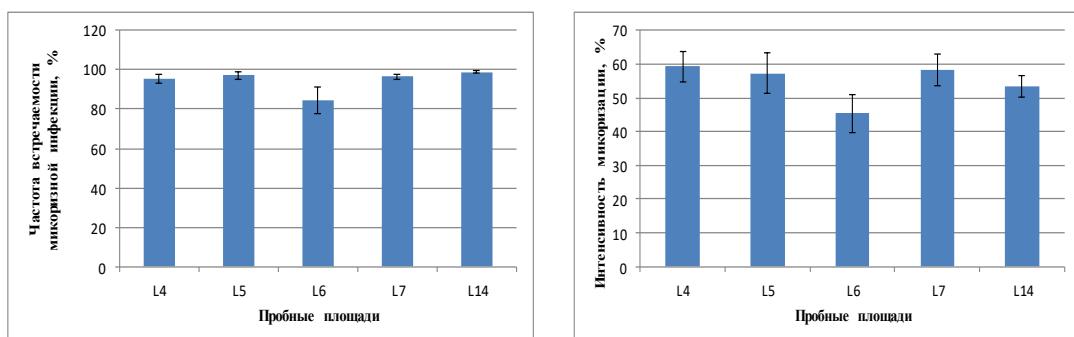


Рисунок – Средняя частота встречаемости (F, %) эрикоидных микоризных грибов и интенсивность микоризации (C, %) в корнях *Vaccinium uliginosum* на пяти пробных площадях различных болотных фитоценозах

Результаты корреляционного анализа показали слабую прямую прямолинейную зависимость интенсивности микоризации (C, %) и частоты встречаемости микоризных грибов (F, %) от минерализации болотной воды ($Rs(C) = 0,25$; $Rs(F) = 0,25$; $p > 0,05$), сквозистости древостоя ($Rs(C) = 0,39$), урожайности голубики ($Rs(C) = 0,26$; $p > 0,05$). Установили слабую обратную прямолинейную корреляцию между частотой встречаемости микоризы и жесткостью болотной воды ($Rs(F) = -0,20$; $p > 0,05$). Влияние остальных факторов на микотрофность голубики обыкновенной было очень слабым (рН воды ($Rs(C) = 0,18$; $Rs(F) = -0,18$; $p > 0,05$); цветность ($Rs(C) = -0,18$; $Rs(F) = 0,18$; $p > 0,05$); плотность насаждения древостоя ($Rs(F) = 0,17$; $p > 0,05$)).

Таким образом, во всех исследуемых болотных фитоценозах выявили высокую 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 / Ю. Т. Дьяков, Ю. В. Сергеев (ред.). – Том 1. – М. : Национальная академия микологии, 2007. – 376 с.
2. Смит, С. Э. Микоризный симбиоз / С. Э. Смит, Д. Дж. Рид. – М. : Товарищество научных изданий 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 им. Л. И. Лобачевского. – 2014. – №3. – С. 35–38.
4. Бетехина, А. А. Микротехнические исследования на базе современного оборудования руководство к практическим занятиям / А. А. Бетехина, И. А. Уткина. – Екатеринбург : Уральский государственный университет имени А.М. Горького, 2008. – 110 с.
5. Рымша, О. С. Видовое разнообразие лесных болотных биотопов (болото «Чертово», заказник «Озёры», 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.]. – Минск : Колорград, 2019. – 150 с. – С.121–126.
6. Белова, Е. А. Гидрохимическая характеристика воды верхового болота в условиях ландшафтного заказника «Озёры» / 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 / Астрах. гос. ун-т; редкол.: Брамин А. Н. (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

Минск, БГУ

ФИТОПАТОГЕННЫЕ МИКРОМИЦЕТЫ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА 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 гг., где указывается 4 вида микроскопических грибов [1]. В монографии И.С. Гириловича, посвященной мучнисторосяным грибам Беларуси, для 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 (коллекторы: 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 (коллекторы: А. Ю. Передерий, В. В. Лабковская, Ж. Я. Репетуева, А. А. Сапсалева, А. К. Храмцов). 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 4 отделам: Oomycota (1 вид, 1,0 %), Ascomycota (43 вида, 42,2 %), Basidiomycota (18 видов, 17,6 %) и Deuteromycota (40 видов, 39,2 %).

OOMYCOTA: *Albugo candida* на *Capsella bursa-pastoris*. ASCOMYCOTA: *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*; *Podosphaera 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. helianthimollis* 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*; *Stigmella 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. kriegeriana* 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. cotoneasteri* 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*; *Septatosporium 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 к.б.н. 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 // Беларуская акадэмія навук. Інстытут біолёгічных навук. Зборнік прац. – Менск, БССР, 1932. – Часыць II. – С. 79–95.
2. Гирилович, И. С. Мучнисторосые грибы (порядок Erysiphales) Беларуси / И. С. Гирилович. – Минск : БГУ, 2018. – 279 с.
3. Растительный покров Белоруссии (с картой м. 1:1000000) / АН БССР; ред. И. Д. Юркович, В. С. Гельтман. – Минск : 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

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 бесполых стадиях (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. helianthinficiens* 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*, *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. terrima* на *Philadelphus* sp.; *A. rusticana* на *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 *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 turicum* 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. cotoneasteri* 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. spiraea-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. betaе* 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. ampelinana* на *Vitis vinifera*, *V. amurensis*, *V. vulpina*; *S. astericola* на *Callistephus chinensis*, *Symphyotrichum novi-belgii*; *Septoria betaе* 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*; *Sphaeloma 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 // Вестн. Белорус. гос. ун-та. – Сер. 2. Хим., биол., геогр. – 2015. – № 3. – С. 43–48.
2. Федюшко, И. А. Фитопатогенные пикнидиальные септориоподобные микромицеты Беларуси: таксономическое разнообразие, субстратные комплексы и статус в микробиоте / И. А. Федюшко // Ботаника (исследования) / НАН Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники НАН Беларуси, Ботан. об-во. – Минск, 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. – Минск : Беларуская навука, 2020. – 407 с.

К содержанию

УДК 582.652.4(476)

И. И. ШИМКО¹, Л. М. МЕРЖВИНСКИЙ², С. И. СТРИЖОНОК¹

¹Витебск, ВГАВМ, ²ВГУ им 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, 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 пущи под этим видом указан *R. stevenii* Andrz. и *R. acris* subsp. *strigulosus* aust. nom. (Schur) Hyl.

Впервые на территории Беларуси лютик рощевый 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 нами выполнены 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]. Сокращения Ш. И. означают Шимко И. И.

На территории Витебской области *R. nemorivagus* впервые собран студентами ВГПИ (сейчас ВГУ им. П. М. Машерова) в 1981 году 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 г.).

В настоящее время лютик рощевый указывается для Витебского, Лепельского, Оршанского, Поставского, Шумилинского районов Витебской области [2].

Ranunculus nemorivagus собран нами в следующих местонахождениях:

1. Город Витебск, у ветеринарной академии; произрастает на умеренно увлажненном склоне холма к низинному болотцу; встречается часто, местами образует заросли; 22/05/1996; № 1700; Ш.И.; 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 сенокошению (2 раза за сезон) и выпасу.

Здесь встречаются растения с промежуточными признаками, вероятно, гибридного происхождения между *R. acris* и *R. nemorivagus* и собраны нами в гербарий.

2. Витебский р-н, 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. Витебск (от городского микрорайона «Тирасполь» около одного километра 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 р-н, 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 герань. 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 р-не, на участке ж. д. ст. Боровое – ст. Зябки; вблизи ЮЮВ побережья оз. Свяцово; 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.

Ranunculus 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 / Коллектив авторов. Отв. ред. тома Н. Н. Цвелеv. – Т. Х. – СПб : Мир и семья; Издательство 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 эспирим. ботаники им. В. Ф. Купервича. – Минск : Беларусская наука, 2023. – С. 229, 302–303.
3. Шимко, И. И. Новые виды цветковых для флоры Беларуси / И. И. Шимко // Веснік Віцебскага дзяржанага ўніверсітэта. – № 1(19). – Віцебск, 2001. – С. 88–91.
4. Шимко, И. И. Новые и редкие виды растений для флоры Белорусского Поозерья / И. И. Шимко // Веснік Віцебскага дзяржаунага ўніверсітэта. – № 1(11). – Віцебск, 1999. – С. 72–99.

К содержанию

УДК 581.84

Н. В. ШКУРАТОВА

Брест, БГУ имени А.С. Пушкина

СРАВНИТЕЛЬНАЯ АНАТОМИЯ СТЕБЛЯ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ХОЗЯЙСТВЕННОЦЕННЫХ БОБОВЫХ

Актуальность всестороннего изучения новых хозяйствственно ценных культур подчеркивается необходимостью поиска путей диверсификации продукции растениеводства, ресурсов для импортозамещения продукции сельского хозяйства. Целью данного исследования явилось выявление особенностей анатомии 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 *Cicerae*), *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 % 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 *Viceae* (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 ромбoidными 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 разрушаются 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 отличается отсутствием волокон во флоэме. Волокна у всех исследованных видов крупнопросветные.

Обычно в стебле травянистых двудольных вторичные изменения связаны с началом функционирования камбимального 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 *Trifolium*, в стеблях которых вторичный рост настолько незначителен, что он являет-

ся 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 сердцевины, 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 отличается 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 // Ботанические чтения : сб. матер. 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 : учебник для сельскохозяйственных вузов / В. Х. Тутаюк. – М. : Высшая школа, 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. матер. III Респ. научн.-практ. эколог. 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, Самаркандский государственный университет им. 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 достигает больших пределов. Для восполнения же утраченных запасов гумуса в орошающем земледелии вынуждены применять органические удобрения – навоз, птичий помет и другие, внесение которых в требуемом количестве для многих фермерских хозяйств явно недоступны [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 многие другие. Они обеспечивают больше органической массы, которая заменяют высокие дозы как органических, так и минеральных удобрений. Так, рапс, тифон или же редька масличная как 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 микробами, резко повышающими ее биологическую активность. Они также являются хорошими медоносами для пчел, а семейства бобовые 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 метров. 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 их семян из расчета 30, 45, 60 шт. на 1 п. м. рядка.

Посев семян осуществляли после тщательной подготовки почвы путем боронования в два следа и молование, 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 так же учет урожая в исследованиях проводили по методике полевого опыта [7, с. 211–304], соответствующие учеты, наблюдения и анализы по общепринятым методикам, технология же их 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 3,5–4,0 зимнего 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, начиная со второй декады марта и начиная с этого периода, 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 нижеследующей таблице (таблица).

Таблица – Урожай семян зимующих культур (хозяйства Н. Азимова и «Файзиабад» Самаркандской области, среднее за 2017–2022 гг.)

Культура	Год и автор	Урожайность, т/га	Масса 1000 шт, г	Всходесть, %	
				Лабораторная	Полевая
Рапс озимый	Добродомов В. Л., 2012 г.	2,6	3,11	93,8	86,1
Свекла сахарная	Батиров Х. Ф., др. 2011-2022 гг.	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 запашки 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 Зеравшанской долины РУз // Автореферат докторской диссертации, УзНИИХ, 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. докт. дисс., Ташкент, 1972. – 37 с.
5. Горелов Е.П., Рекомендации по выращиванию рапса и перко на семена / Е. П. Горелов [и др.]. – Министерство сельского хозяйства Узбекистана. – Ташкент, 1989. – 9 с.
6. Довбан, К. И. Применение сидератов в качестве промежуточных культур / К. И. Довбан. – Минск : 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 издание. – Киев : УкрНИИТИ, 1987. – 9 с.

К содержанию

УДК 581.143.6

К. М. БОГДАСАРОВА, С. М. ЛЕНИВКО

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 $24\pm2^{\circ}\text{C}$, фотопериод 16/8 часов, интенсивность освещения 3500 лк. На 7, 14, 21, 30, 60 и 90-е сутки проводили учет таких параметров как коэффициент размножения (число новых побегов на экспланта), 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 Т-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*.

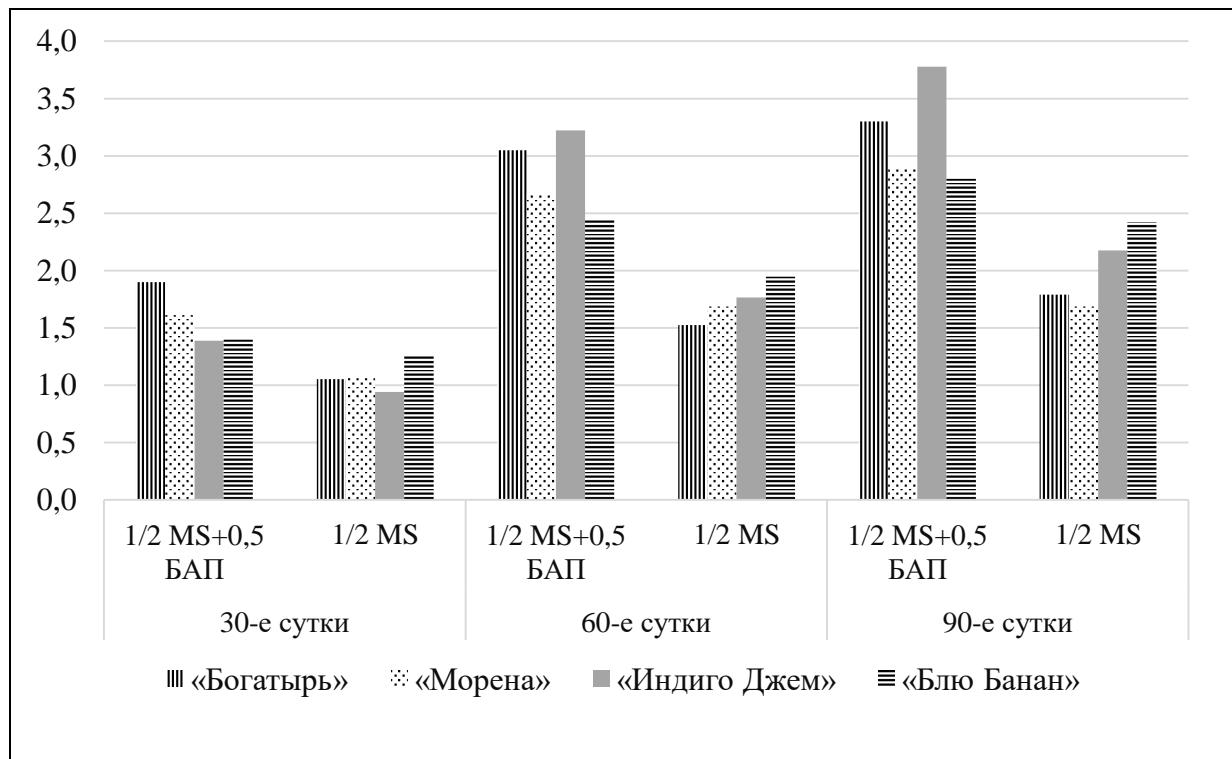


Рисунок – Динамика коэффициента размножения сортов жимолости на двух типах питательных сред

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. Софонов, А. П. Жимолость синяя (*Lonicera caeruleae* L.): технология и селекция / А. П. Софонов, С. В. Фирова, В. П. Головунин. – Киров : ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, 2021. – 64 с.

К содержанию

УДК 37.016:54(045)

И. В. БУЛЬСКАЯ

Брест, БГУ имени А.С. Пушкина

ЭКОЛОГИЗАЦИЯ ШКОЛЬНОГО ХИМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

В современном мире, 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 они формируют представления о значении химической науки в решении экологических проблем и предотвращении техногенных катастроф [2].

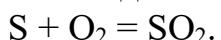
Перед современным школьным образованием стоит задача не просто фактического изучения экологических проблем, а формирования экологической культуры учащихся, которое включает развитие экологических знаний и умений, экологического мышления, ценностных ориентиров и экологически оправданного поведения [3]. 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, об 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 хочется отметить, что экологический подход к преподаванию химии в школе становится императивом современного образования. Интеграция знаний о химическом воздействии на окружающую среду, принципов «зелёной 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. 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. Образовательная социальная сеть nsportal.ru. – URL: <https://nsportal.ru/shkola/khimiya/library/2018/10/22/formirovaniye-ekologicheskoy-kultury-na-urokah-himii> (дата обращения 23.10.2025).
3. Реализация экологического подхода в обучении химии / О. А. Ляпина [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

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 этой связи 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 последствиях 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 катализическую 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 с 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 дисциплины «Медицинская химия» и «Физическая и коллоидная химия» является систематическое использование в учебном процессе задач 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 свою 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 [Электронный ресурс]: материалы 77-ой научной сессии ВГМУ, Витебск, 26–27 января 2022 г. / Министерство здравоохранения Республики Беларусь, Витебский государственный медицинский университет ; редкол. : А. Т. Щастный (председатель) [и др.]. – Витебск : ВГМУ, 2022. – 1 электронный оптический 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 научно-методической онлайн конференции с международным участием, Кемерово, 22 декабря 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, ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства»

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ПЕРЦА ОСТРОГО (*CAPSICUM SPP.*), КАК ИСТОЧНИКА ВИТАМИНОВ И АНТИОКСИДАНТОВ

Перец относится к роду *Capsicum* и является одной из наиболее витаминной овощной продукцией. Род *Capsicum* включает пять 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 году 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; сущеного 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 промышленности, фармакологической, кондитерской, ликероводочной, военной и др. промышленностях.

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 стрессо-

рам, но и высокое содержание капсаицина, биологически активных веществ (БАВ), минеральных солей и антиоксидантов. Увеличение разнообразия овощной продукции и улучшение ее качества является результатом постоянной селекции на биохимические признаки [2]. Исследования проводили в условиях неотапливаемых 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, поддерживающих 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 представлены в таблице.

Таблица – Содержание антиоксидантов в плодах различных видов рода *Capsicum*

Название образца и вида	Острота, баш	ССА, мг. экв. ГК/г			Этанол 80%, 60°C/6 0мин	Аскорби- новая кислота, мг%	Сухое вещество, %
		ацетон/ этанол	1:1 v/v	этанол, 80%			
Рождественский букет (<i>C. annuum</i> x <i>C. 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> x <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. ru-</i> <i>bescens</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 Dglahou (<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.</i> <i>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.</i> <i>chinense</i> x <i>C. fru-</i> <i>tescens</i>)	10	0,88±0,04		1,27±0,06	0,97±0,05	157±10	12,2±0,5
Пурпурный тигр	9	2,19±0,11		2,18±0,11	1,79±0,09	218±14	18,6±0,9

<i>(C. annuum)</i>						
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

Сорта перца острого – Эврика (*C. annuum*) – 412 мг %, Рождественский букет (*C. annuum* x *C. frutescens*) – 371 мг %, Юбилейный ВНИИССОК (*C. annuum*) – 324 мг %, Огненная дева (*C. chinense*) – 303 % накапливают наибольшее количество аскорбиновой кислоты. 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* x *C. frutescens*), Самоцвет (*C. annuum* x *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 (CCA, мг.экв. ГК/г) среди острых форм отмечено у образцов: Рождественский букет (*C. annuum* x *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* x *C. frutescens*), Trinidad Scorpion Chocolate (*C. chinense*), Trinidad Dglaou (*C. chinense*), Rocoto (*C. pubescens*), Колокольчик (*C. chinense*), Пурпурный тигр (*C. annuum*), Огненная дева (*C. chinense*), Самоцвет (*C. annuum* x *C. frutescens*), Рождественский букет (*C. annuum* x *C. frutescens*). Высокое содержание биологически активных веществ, наряду с капсаицином, увеличивает суммарное антиоксидантное свойство данных образцов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ФАОСТАТ. Продовольственная и сельскохозяйственная организация объединенных наций [сайт]. – URL: <http://www.fao.org>.

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 // Physiol. Rev. – 1994. – v. 74. – P. 139–162.

К содержанию

А. М. КАВАЛЕНКА

Брэст, БРДУ імя А. С. Пушкіна

**ЭКАЛАГІЧНАЕ ВЫХАВАННЕ СТУДЭНТАЎ ПРАЗ
ПРАФЕСІЙНА ЗНАЧНУЮ ПРАЕКТНУЮ ДЗЕЙНАСЦЬ
НА ЗАМЕЖНАЙ МОВЕ**

Сучасная цывілізацыя сутыкаецца са шматлікімі экалагічнымі проблемамі, такімі як змяненне клімату, страта біяразнастайнасці, забруджванне навакольнага асяроддзя. Таму экалагічная адукцыя 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 педагогічных спецыяльнасцей, бо менавіта будучым настаўнікам у першую чаргу трэба выхоўваць у сваіх вучняў беражлівія адносіны, талерантнае стаўленне да прыроды і яе багаццяў.

Дысцыпліна «Замежная мова» валодае вялікімі магчымасцямі ў плане экалагічнага выхавання будучых настаўнікаў. Інтэграцыя экалагічных тэм у практику выкладання замежнай мовы з'яўляецца эфектыўным спосабам ўключэння студэнтаў у змястоўны навучальны працэс, а таксама павышэння іх дасведчанасці аб экалагічных проблемах, што ў выніку фарміруе іх экалагічную свядомасць.

Адным з інавацыйных педагогічных падыходаў, які прымяняецца ў практицы выкладання дысцыпліны «Замежная мова», з'яўляецца праектна-арыентаванае навучанне. Праектна-арыентаванае навучанне (Project-Based Learning – PBL) – гэта стратэгія навучання, пры якой студэнты вучацца пад час выканання рэальнага праекта [1]. У рамках PBL студэнты працуюць над праектамі, у цэнтры якіх знаходзяцца складаныя пытанні, проблемы або задачы, якія патрабуюць крытычнага мыслення, вырашэння проблем, супрацоўніцтва і творчага падыходу. З'яўляючыся адной з інавацыйных педагогічных тэхналогій, праектны метад дапамагае развіваць кагнітыўныя навыкі студэнтаў, здольнасць самастойна думаць, праяўляць творчы падыход і ініцыятыву, ставіць проблему і знаходзіць яе рашэнні, арыентавацца ў інфармацыйнай просторы і ўмеець 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 ў дойгатэрміновай перспектыве [2].

У распрацаваны кафедрай 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 раздел з тэмамі «Экалагічная пісьменнасць і экалагічная свядомасць», «Глабальныя праблемы чалавецтва», «Хімія навакольнага асяроддзя», «Забруджванне асяроддзя і яго прычыны», «Глабальнае пацяпленне і парніковы эффект», «Прынцыпы зялёной хіміі», «Экалогія і біяэкалогія», «Антрапагеная 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 абміркоўваюць 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 азнаёміць студэнтаў з тэрміналогіяй, праверыць і адкарэктаваць працу, выправіць граматычныя і арфаграфічныя памылкі, пракансультавацца з вузкімі спецыялістамі, кали гэта патрэбна.

Трэці этап – дэманстрацыя і абарона праекта на замежнай мове. Праект часцей за ўсё прадстаўлены ў выглядзе презентацыі ў класе, 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 артыкулы на замежнай мове ў часопісах і зборніках нувуковых прац, прымаюць удзел з імі у віктарынах, алімпіядах і конкурсах.

Падчас працы і на этапе презентацыі свайго прадукта студэнты выкарыстоўваюць сучасныя інфармацыйныя тэхналогіі, што патрабуе высокай інфармацыйнай культуры, ставіць задачу хутка знаходзіць вырашэнне праблемы і несці адказнасць за прынятае рашэнне. Часта студэнтам неабходна самастойна здабыць веды з сумежных абласцей, эфектыўна выкарыстоўваць часовы рэсурс, ставіць і дасягаць мэты. Усё гэта садзейнічае іх матывацыі да самаразвіцця і адказнага падыходу да выканання праектаў.

Заключным этапам з'яўляецца ацэнка праекта выкладчыкамі і абмен водгукамі, калі студэнты дзеляцца сваімі ўражаннямі аб праведзенай працы, абміркоўваюць сваю ролю і асабісты ўклад у праект. У мэтах

матываці студэнтаў за выніковы ўдзел у праекце могуць быць прызначаныя дадатковыя балы да рэйтынгу, які ўлічваеца пры выстаўленні выніковай адзнакі бягучай атэстациі па дысцыпліне «Замежная мова».

Па нашых назіраннях праектнае навучанне падчас вывучэння замежнай мовы дапамагае студэнтам не толькі 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 ўспрымаць сябе, а менавіта як актыўных удзельнікаў жыцця новага свету, які яны спадкуюць. Праектнае навучанне натхніе 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 у сваю чаргу дазваляе і самім выкладчыкам атрымліваць задавальненне і асалоду ад выкладання.

СПІС ВЫКАРЫСТАНЫХ КРЫНІЦ

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., утвержденная 29.06.2023.
4. Коваленко, О. Н. Иностранный язык (английский) : учебно-методический 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^{1,2}, Н. Ю. КОЛБАС^{1,2}

¹ Брест, Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси

² Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГО-СОВМЕСТИМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ СМОРОДИНЫ НА АНТИОКСИДАНТНУЮ АКТИВНОСТЬ ПЛОДОВ

Актуальность. В сельском хозяйстве для защиты с 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 к эрозии почвы. В следствие 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, где вместо химических средств защиты растений используют природные аналоги [2]. Таким образом, органическое сельское хозяйство придерживается принципа здоровья, принципа экологии, принципа справедливости и принципа 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 порядка 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, возникающими при воздействии различного рода стрессов и принимающими участие при возникновении ряда воспалительных заболеваний. Для человека феноль-

ные соединения (ФС) являются профилактическим средством от многих болезней, таких как рак, диабет, ожирение, сердечно-сосудистые заболевания и т.д. [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 препараты: Энтолек, Профит, Битоксибациллин – биологически чистые препараты бактериального происхождения. В качестве контрольного образца использовали растения без обработок.

Для оценки общей АОА применяли 2 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 соавт. (2009). В качестве стандарта использовали тролокс (6-гидрокси-2,5,7,8-тетраметилхроман-2-карбоновая кислота). АОА исследуемых плодов была выражена в микромоль тролокс-эквивалента в пересчете на г лиофилизованных плодов (мкмоль ТЭ/ г). АОА по методу *FRAP* (от англ. *Ferric Reducing Antioxidant Power* – железо-восстановливающая антиоксидантная мощность) определялась согласно методике и была выражена в микромоль Fe^{+2} в пересчете на г лиофилизованных плодов (мкмоль Fe^{+2} / г).

Все опыты выполнены в трехкратной повторности. Статистическая обработка результатов проведена с использованием программ Microsoft Excel.

Результаты и обсуждения. 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 ABTS. Наибольшее негативное воздействие оказала обработка препаратом Энталек, которая снизила показатель на 12,1 мкмоль ТЭ/г (-3,2 %). Обработка Профитом снизила показатель на 2,14 %, а Битоксибациллином – 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 ABTS было незначительным. Наиболее эффективным будет использование препарата Битоксибациллин, так как он оказал наибольшее положительное воздействие на АОА по методу ABTS 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 : практическое пособие / В. И. Кочурко, Е. Э. Абарова, В. Н. Зуев. – Минск : Донарит, 2013. – 176 с.
2. Органическое земледелие с нуля [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 облучению и засолению / 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

Брест, БГУ 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 ориентированной 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 как одно 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, действующих формированию экологической компетенции.

Дисциплина «Общая и неорганическая химия» является химической дисциплиной, которая закладывает фундамент всей системы химических знаний будущих учителей химии. Именно с данной 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 формированию системного подхода и критического мышления.

Содержательные взаимосвязи общей и неорганической химии с экологией приведены в таблице.

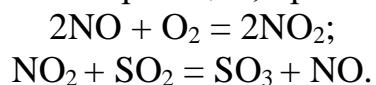
Таблица – Содержательные взаимосвязи дисциплины «Общая и неорганическая химия» с экологией

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 pH 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 взаимообусловленности 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 акцентируется внимание студентов, что постоянство величины pH имеет большое значение в химических и биологических процессах, т.к. в зависимости от pH эти процессы могут протекать с различной скоростью и в разных направлениях. Постоянство pH 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 способствует реализации фундаментальной и практико-ориентированной подготовке 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, свидетельствует 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 РУДН. 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 Белорус. гос. ун-та, Минск, 19 нояб. 2021 г. / Белорус. гос. ун-т, ред-кол.: Д. Г. Медведев (гл. ред.) [и др.]. – Минск : 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. – Минск : БГУ, 2014. – 295 с.

К содержанию

УДК 372.854:502/504

О. А. КОНОПАЦКАЯ¹, Н. С. СТУПЕНЬ²

¹Брест, ГУО «Средняя школа № 28 г. Бреста», ²Брест, УО «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 овладение 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 и методически обосновать алгоритм моделирования расчетных задач по химии экологической направленности с использованием данных мониторинга выбросов загрязняющих веществ от промышленных предприятий для учреждений общего образования.

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 расчётных 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

№	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–х классов по теме «Неметаллы».

Тип 1. Задача на вычисление массы продукта реакции: «В 2023 году выбросы оксида углерода (II) от промышленного предприятия «Лунинецкий хлебозавод» составили 8,055 тонн. Рассчитайте, какая масса углекислого газа (CO_2) может образоваться в атмосфере при полном окислении этого количества угарного газа». Задача направлена на отработку ключевого навыка – проведения стехиометрических расчетов по уравнению реак-

ции. 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 %-ного раствора серной кислоты для нейтрализации 15 кг аммиака, и определите массу непрореагированного реагента». Задача демонстрирует практическое применение расчётов на избыток-недостаток реагентов для экологической оценки эффективности системы очистки промышленных выбросов.

Тип 3. Комбинированная задача на расчёт объёма газа и массы реагента: «На предприятии «Полимер» при термообработке пластика в системе воздушного охлаждения образуется диоксид азота. В 2024 г. выбросы NO₂ составили 0,037 тонн. Рассчитайте, какой объём кислорода потребовался для образования этого количества диоксида азота и какую массу раствора гидроксида натрия ($w(NaOH) = 15\%$) 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. Милюкова // 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 [сайт]: утверждено Постановлением Министерства образования Респ. Беларусь от 29.07.2025 № 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

Брест, БГУ 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 плейотропным 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 их защиту от различного рода 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 этой связи, исследования, посвященные выявлению закономерностей 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 (ЭК) и его конъюгатов с кислотами: 2-моносалицилат 24-эпикастастерона (S23) и тетраиндолилацетат 24-эпикастастерона (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 годы (№ ГР 20211450 от 20.05.2021 г.).

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 1). 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 концентрациях 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 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 / 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. Кулувев // Биомика. – 2015. – Том 7, № 4. – С. 284–299.

К содержанию

УДК 633.367:632.483:632.935.7:632.954

Р. В. КОРПАНОВ

аг. Прилуки, РУП «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 наличие зараженных семян, в соответствии с требованиями, 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 протравлением 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 период май-июнь 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 др. территории) механическим (с помощью косилок роторного типа, почвенных фрез, мульчеров, ротоваторов 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 общестребительных 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 противодувольного 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 2-го 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 Су-

пер, 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 не с/х 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 не с/х пользования (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2023г.)

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

Окончание таблицы 2

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 не с/х 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
Гибель, % к варианту без применения гербицидов					
2023 г.	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					
2024 г.	Через 1 мес.	10-60	1934,0	67,6	84,1
	Через 2 мес.		2097,0	59,9	89,1
Гибель, % к варианту без применения гербицидов					
2024 г.	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					
2024 г.	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 численность 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. Контроль экспансии, которого позволяет снизить вероятность вторичного заражения антракнозом посевов культурного люпина путем пространственного перемещения его возбудителя. Кроме того, в связи с многократным применением глифосата содержащих 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. – С.-Пб. : 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 г.).
3. О подготовке посевного материала люпина [сайт]. – Государственное учреждение «Главная государственная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений». – URL: <https://ggiskzr.by/news>. (дата обращения: 21.01.2024 г.).
4. Купцов, Н. С. Антракноз люпина и как с ним бороться / Н. С. Купцов, В. Ч. Шор // Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, 2025. – URL: <http://mshp.gov.by/> (дата обращения: 22.01.2024 г.).

[К содержанию](#)

УДК 372.857:37.033

С. М. ЛЕНИВКО¹, В. И. БОЙКО²

¹Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина, ²Брест, 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 X классе как условия формирования функциональной экологической грамотности учащихся.

Содержание учебной программы по учебному предмету «Биология» для X класса включает девять тем и ориентировано на формирование осмысленного понимания учащимися отношений организмов с окружающей средой, связи между человеком и природой через призму науки экология. Это в свою очередь предполагает в качестве основного методического подхода в преподавании предмета использовать научный подход к обучению в сочетании с принципами аналитического осмысления действительности и навыками практического использования усвоенных знаний учащимися. Применение данного подхода оправдано, 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 лежат 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 привлекать учащихся ко 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 по определенной тематике 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 чувства патриотизма и гражданской ответственности, поскольку полноценное чувство малой родины позволяет ученику осознать свою принадлежность к большой родине. В X 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 равномерного распределить по всем темам. Так же 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 X 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 Лихачев, Д. С. Краеведение как наука и как деятельность // Русская культура. – М. : Искусство, 2000. – С. 159–173.

1. Иваницева, Н. А. Новый формат педагогического краеведения в профессиональном росте учителя будущего: от осмыслиения к трансляции / Н. А. Иваницева, Л. Г. Пак, Л. А. Кочемасова // Education and Self Development. –2022. – Vol. 17, № 2. – DOI: 10.26907/esd.17.2.21.

К содержанию

УДК 631.416.3:581.1.

С. Н. ЛЕШИК, И. В. БУЛЬСКАЯ

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

ЗАСОЛЕНИЕ ПОЧВ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА РОСТ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КРЕСС-САЛАТА (*LEPIDIUM 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, кото-

рые 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 кress-салата засоление проявляется уже на самых ранних стадиях онтогенеза, начиная с момента прорастания семян. При концентрации NaCl выше 50–100 mM 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 пластиинки приобретают бледно-зеленую окраску, что связано с уменьшением содержания фотосинтетических пигментов – хлорофилла а и б, 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 сохранили 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 её 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 приёмов к конкретным почвенно-климатическим условиям. Все это способствует формированию устойчивых агроэкосистем в условиях нарастающих климатических и антропогенных вызовов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванищев, В. В. 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. *New Phytologist* / T. J. Flowers, T. D. Colmer. – 2015. – Vol. 206. – P. 943–963.
3. Курлович, Л. И. Экологические аспекты засоления почв Беларуси / Л. И. Курлович // Почвоведение и агрохимия. – Минск : НАН Беларуси, 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. – Горки, 2020. – № 4. – С. 101–108.

К содержанию

УДК 372.854

С. Н. ЛЕШИК

аг. Малое Городище, ГУО «Малоргodiщенская средняя школа Ляховичского района»

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 в отношении природной среды.

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 осмыслинию 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 Малоргодищенской 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 придаёт образовательной деятельности практическую значимость и усиливает её воспитательный эффект.

Показательным примером является исследовательская работа, посвящённая экологической оценке выбросов предприятия ОАО «Ляховичский льнозавод». В ходе проекта был проведён 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: её материалы были представлены в форме научного доклада, вызвали интерес у местного сообщества и способствовали повышению экологической осведомлённости.

Не менее значимым является другой исследовательский проект, посвященный эксперименту по культивированию люффи цилиндрической (*Luffa cylindrica*) в условиях Ляховичского района. Основная цель заключалась 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 люффи и обозначить перспективы её 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 уча-

щиеся учатся 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 просто как дополнительный элемент учебного процесса, а 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 Малоргодищенской 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 631.811.98

И. Д. ЛУКЬЯНЧИК, А. В. КОНДРАТЮК

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 – PPP) природного происхождения. Торговая сеть предлагает большой ассортимент доступных биопрепараторов, 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. Рукола, благодаря своим богатым вкусовым и исключительноенному химическому составу 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 рострегулирующей активностью для предпосевной обработки семян двух видов рода *Eruca*.

Объекты исследования – препараты, реализуемые через торговую сеть г. Бреста: «Экосил» (производитель – ООО «НатДивТорг», РБ), «Янтарная кислота» (ООО «Ортон», РФ), «Эпин» (АНО НПЦ «НЭСТ М», РФ), «Гидрогумат» (ЗАО «Белнефтесорб», РБ). 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 PPP, приготовленные согласно инструкциям фирм-производителей; семена.

Закладка полевого опыта проводились на опытном участке в а/г Молотковичи Пинского района полостным способом на делянках площадью по 1 м² с использованием методик Доспехова Б.А. (повторность – трехкратная). Почвенный покров участка был представлен дерново-

подзолистой супесчаной почвой. Химические свойства почвы: рН 6,0 (слабокислая), Р₂O₅ = 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 – погружении в исследуемые растворы, время экспозиции – в соответствии с инструкциями к препаратам. Анализ накопления нитратов в листьях проводился при помощи прибора нитратометра рх-150.1, ГОСТ 29270-95. Стандартно допустимая норма накопления нитратов для руколы – 1500 мг/кг.

Результаты исследований представлены в таблице.

Экосил. Применение данного PPP способствовало незначительному увеличению энергии прорастания семян обоих видов руколы, однако итоговая всхожесть оставалась на уровне контроля. Остальные показатели в опыте с Экосилом остались не отличимыми 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 3 – Морфо-биологическая характеристика, урожайность и накопление листьями нитратов у растений рода *Eruca* после предпосевной обработки семян растворами PPP

Показатели	Вид руколы	Варианты опытов				
		Контроль	Экосил	Янтарная кислота	Эпин	Гидро- гумат
1	2	3	4	5	6	7
Энергия про- растания, % (4-е сут.) Хср.±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 всхо- жесть, % Хср.±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 лист. Розетки, 20-е сут., см Хср.±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*

Продолжение таблицы						
1	2	3	4	5	6	7
Высота листовой розетки, 40 день, см. Хср.±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

Примечания: * – достоверно при уровне значимости $p < 0,05$; ** – достоверно при уровне значимости $p < 0,01$

Эпин. Данный препарат проявил себя более эффективно, чем выше описанные, 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, т.к. по всем параметрам в данном опыте отмечено достоверно значимое улучшение показателей развития: энергия прорастания на 4 сутки достигла значений полевой всхожести – 90,30 и 90,40 % соответственно у руколы дикой и посевной; листовая розетка на 20 сут. 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

2. Бербеков, К. З. Агробиологические особенности и продуктивность рукколы при использовании биопрепаратов / К. З. Бербеков, А. К. Езаов // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. – №. 2 (8), 2015. – С. 41–45.

К содержанию

УДК 633.416;635. 811.24

**Р. И. МАМАЖАНОВ, Х. Ф. БАТИРОВ, Ш. А. КАДИРОВ,
И. Ю. АБУЛФАЙЗИЕВА**

Узбекистан, г. Самарканд, Самаркандский государственный университет им. 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 т.ч. 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 занятых садов и виноградников на базе интенсивных технологий [3, с. 9; 4, с. 24–25].

Работами ряда исследователей доказано, что посевы люцерны являлись действенным средством в повышении урожая полевых культур. Однако в настоящее время в хлопкосеющих областях республики освоение коротких схем севооборотов осуществляется крайне медленно освоены лишь на 22 % площади пашни [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 Самаркандинской и других областей и другие [3, с. 9; 7, с. 44].

В повышении эффективности растений к урожаю заметная роль принадлежит промежуточным посевам, используемым в качестве сидерата. Поскольку роль промежуточных посевов в хлопковых полях весьма значительна и оказывает заметное влияние на урожай хлопчатника, сочли необходимым изучения роли различных видов растений и количества зеленой массы промежуточных культур [2, с.12–37; 8, с.27–35].

Методика исследований. Целью наших исследований являлось повысить влияние различных видов культур промежуточного посева урожая хлопчатника и других культур и с этой целью были подобраны наиболее подходящие виды растений. Для использования их в качестве промежуточных культур (озимая рожь, ячмень, озимый горох, озимый рапс, тифон и редька масличная, способствующих значительному влиянию различного количества запаханной фитомассы промежуточных культур на рост, развитие и урожайность изученных культур [6, с. 127–210].

Объектом исследований служили озимая рожь (*Cecale cereale L.*) сорт Памирская местная, озимый ячмень (*Hordeum sativum L.*) сорт «Унумли арпа», озимый горох (*Pisum arvense L.*) сорт «Восток 55», озимая вика *Vicia villosa Roth* сорт Туркменская местная, озимый рапс и редька масличная (*Brassica napus oleifera ÜC.*) сорт «Немеречинский-1» Тамбовчанка, тифон сортообразец ВИР-162. Норма высадки – 80 кг на 1 га, озимый ячмень 100 кг на 1 га, озимый горох – 150 кг на 1 га, озимая вика – 80 кг на 1 га, озимый рапс и редька масличная по 20 кг на 1 га.

Почва на опытных участках относится к луговым, по давности орошения – староорошаемые, по механическому составу – среднесуглинистые. Глубина залегания грунтовых вод составляет 1–3 м. После очистки поля от гуза-паи проводили двухкратное 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 и технология запашки сидератов была общепринятой (Е. П. Горелов и другие, 1989).

Результаты и их обсуждения. Учет биомассы промежуточных культур перед их запашкой (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 формируют 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 центнеров с каждого гектара).

Наибольший урожай зеленой массы образовали – тифон, озимый ячмень и редька масличная. Особенно высокий урожай сформировали они в

среднем 415,5 центнера с гектара биомассы. 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 не полегаемостью, скороспелостью, способностью более полного использования природных факторов «вегетационных зим», благодаря этому он формирует урожай 71,2–74,9 ц/га, 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 урожая с площади.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Батиров, Х. Ф. Корнеплоды зимней вегетации в условиях орошения / Х. Ф. Батиров. – Самарканд : Изд-во СамГУ им. Ш. Раширова, 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. Раширова, 2024. – 59 с.
3. Горелов Е. П. Рекомендации по выращиванию рапса и перко на семена / Е. П. Горелов, Х. Ф. Батиров, В. Л. Добродомов // Министерство сельского хозяйства 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. – Минск : «Урожай», 1990. – 215 с.
6. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – Москва : «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

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 различных условий могут преобладать ионы кальция и магния, это зависит от типа пород, через которые она проходит. Известняк насыщает воду в основном кальцием, а доломитовые породы – и кальцием, и магнием. Чем больше в породе магнийсодержащих 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 жёсткости 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 комплексонометрический метод титрования, который основан на образовании комплексов между ионами металлов и комплексонами.

Результаты исследования. Для проведения анализа были взяты пробы питьевой воды, которые указаны 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) 2025 г.

Наименование микрорайона	Содержание катионов кальций (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 двумя 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), наибольший в микрорайоне Альбрехтово (4,67 ммоль/л). Разница между двумя 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), наибольший в микрорайоне Верасы (0,743 ммоль/л). Разница между двумя показателями микрорайонов Луги и Верасы, составляет 91,92 %. Значения жёсткости 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 Верасы, в данных микрорайонах питьевая вода характеризуется средней жесткостью, что объясняется различием водозаборов.

3. Питьевая вода в г. Пинске проходит через известняковые породы, которые преимущественно состоят из карбоната кальция, поэтому в г. Пинске (Республика Беларусь, Брестская область) 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

Д. И МИСЮЛЯ^{1,2}, Г. А ГОРДУНОВ^{1,2}, Д. И ФРАНТОВ^{1,2},
И. В МИНЕЕВА^{1,2}

¹Минск, БГУ, химический факультет, ²Минск, НИИ физико-химических проблем БГУ

**АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА КОМПЛЕКСОВ
2-ТИОКСОТЕТРАГИДРОПИРИМИДИН-5-КАРБОКСИЛАТОВ
С МЕДЬЮ (II) В УСЛОВИЯХ *IN VITRO***

Мультикомпонентные реакции (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-тиоксоТетрагидропириимидин-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 1.

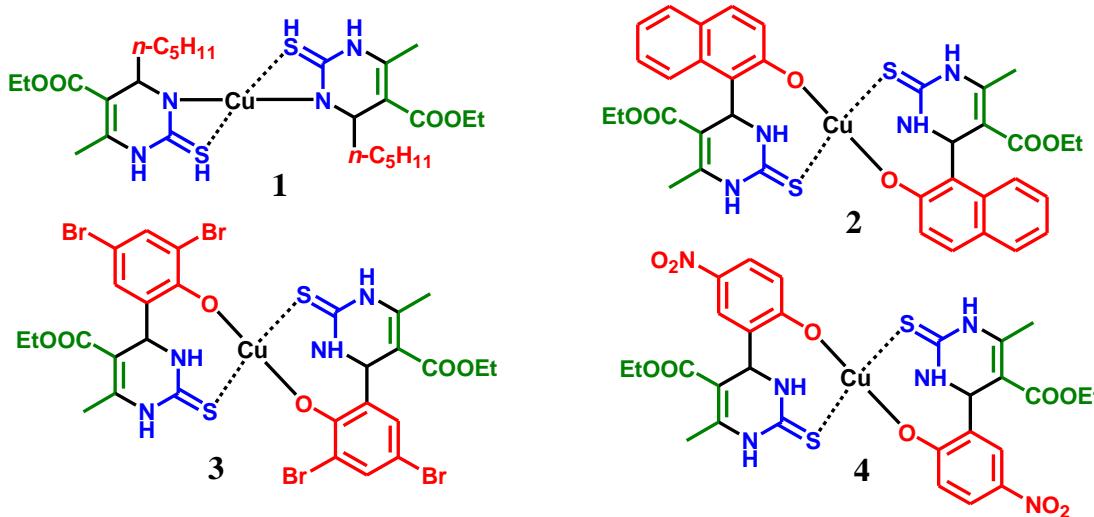


Рисунок 1 – Комpleксы различных 2-ТТПК (лиганды) с медью (II) (комплексообразователь)

Достаточно давно известно, что различные аналоги пиридиновых оснований, которыми могут являться синтезированные 2-ТТПК, потенциально могут проявлять антибактериальные свойства [2]. Кроме того, ком-

плексообразование с некоторыми металлами, в т. Ч. 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 Cu(CH₃COO)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%-ом МПА. В качестве образца-сравнения использовали раствор доксициклина (Dox, 250 мкг/мл). Диаметры зон ингибирования (в мм) приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Средние диаметры зон ингибирования (мм) растворами комплексообразователя (Cu²⁺), лиганда (L_n) и комплекса (KC, Cu(L_n)₂) в разных бактериальных культурах

<i>n</i>	<i>L_n</i>	Cu(<i>L_n</i>) ₂	Cu/H ₂ O	Cu/DMF	Dox
<i>Azotobacter chroococcum</i>					
1	0	10,0±0,6 ^a	13,8±0,4 ^{a,b,c}	14,6±0,5 ^{a,b,c}	20,0±2,0
2	0	11,2±0,7 ^b			
3	8,8±0,7 ^c	0			
4	0	9,6±0,5 ^a			
<i>Escherichia coli</i>					
1–4	0	0	6,2±0,4	0	19,0±0,6
<i>Bacillus mesentericus</i>					
1	10,0±0,8 ^d	7,2±0,4 ^d	0	0	–
2	11,2±0,4 ^e	14,0±0,0 ^e			
3	9,0±0,9	7,6±0,5			
4	0	7,4±0,5			

Примечание. ^a – различия между KC и Cu²⁺ достоверны при P≤0,01. ^b – то же, но при P≤0,05. ^c – различия между L_n и Cu²⁺ достоверны при P≤0,01. ^d – различия между L_n и KC достоверны при P≤0,05. ^e – различия между L_n и KC достоверны при P≤0,01.

Грамотрицательные бактерии (*A. Chroococcum* и *E. Coli*) совершенно по-разному реагируют на присутствие как растворов 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 Cu²⁺.

В большинстве своем справедливо утверждение о том, что комплексообразование между Cu²⁺ и 2-ТТПК усиливает антибактериальную актив-

ность относительно *B. Mesentericus*. Наибольшую активность при этом проявляет соединение 2 и соответствующие ему лиганды. В случае *A. Chroococcum* комплексообразование, снижает токсический эффект Cu²⁺, 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 Cu²⁺, 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* M-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 одно: 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. Гордунов, Г. А. 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, 2025) : тезисы докладов. – Казань : ИОФХ им. А.Е. Арбузова, 2025. – С. 421.
2. Франклайн, Т. Биохимия антимикробного действия / Т. Франклайн, Дж. Сноу: пер. С англ. – М.: Мир, 1984. – 240 с. – С. 119.
3. Kuzovlev, A. S. 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. González-Ballesteros, N. Copper(I) complexes of methyl 4-aryl-6-methyl-3,4-dihydropyrimidine-2(1H)-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

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

ЗАВИСИМОСТЬ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОРНЕВОЙ ФОРМЫ ИНОКУЛЮМА АРБУСКУЛЯРНЫХ МИКОРИЗНЫХ ГРИБОВ РАЗНЫХ ВИДОВ ОТ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ЕГО ХРАНЕНИЯ

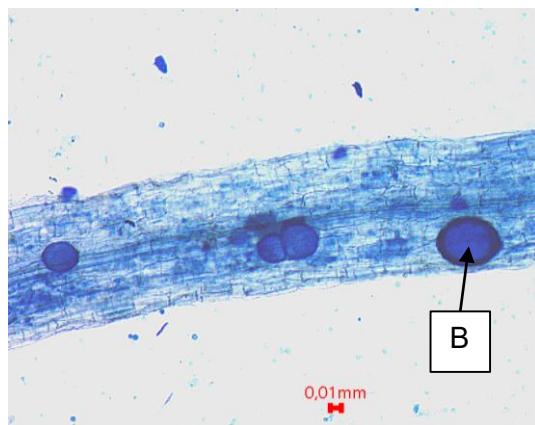
Введение. Арбускулярные микоризные грибы (АМГ) являются obligatными симбионтами, играющими ключевую роль в минеральном питании растений, повышении их устойчивости к стрессам и улучшении структуры почвы. Эффективность их применения в биологизированном земледелии напрямую зависит от качества инокулюма – 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 3-х месяцев в контролируемых условиях. После выращивания корневую систему отбирали, промывали и готовили микропрепараты методом окрашивания анилиновым синим после мацерации в KOH и закисления молочной кислотой. Степень микоризации оценивали по методу Травло с использованием шестибалльной шкалы для интенсивности колонизации (M, m, %) и четырехбалльной – 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 инфек-

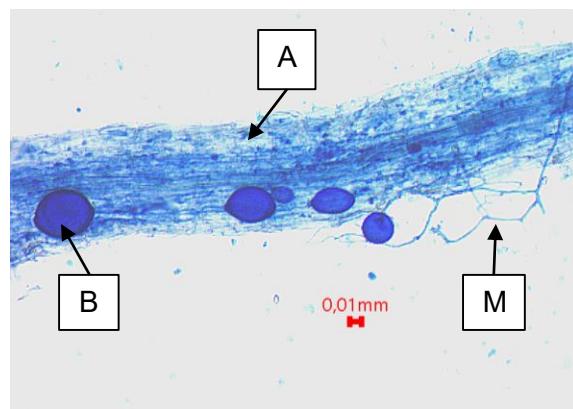
ционной активности использованных инокулюмов даже после длительного хранения (6-10 лет). Наибольшая интенсивность микоризации ($M, \%$) у подорожника ланцетолистного была отмечена при инокуляции штаммом *G. Intraradices* 2018 г. – 72,1 %. Обилие арbusкул (а, %) в этом варианте составило 60,3 %. Для штамма *G. Mosseae* 2018 г. Интенсивность была ниже (41,2 %), однако обилие арbusкул оставалось высоким (59,6 %), что указывает на активное формирование функциональных структур симбиоза даже при меньшем проценте колонизированной площади корня. Инокулюм смеси видов (Mix) 2014 г. Показал на подорожнике средние значения ($M=44,5 \%$), в то время как Mix 2018 г. – более низкие ($M=28,8 \%$).



Обозначения: В – везикула

Рисунок 1 – Микоризация корня подорожника ланцетолистного (Mix 2018).

У шведского плюща наилучшие результаты были получены при использовании инокулюма Mix 2018 г.: интенсивность микоризации достигла 79,7 %, а обилие арbusкул – 86,5 %.



Обозначения: А – арbusкула, В – везикула, М – мицелий

Рисунок 2 – Микоризация корня шведского плюща (Mix 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 арbusкулярных 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. : Товарищество научных изданий КМК, 2012. – 776 с.
2. Камельчук, Я. С. Микоризные грибы: современные представления значимости их в минеральном питании растений как натуральных биоудобрений / Я. С. Камельчук // Весн. Палеск. Дзярж. Ун-та. Сер. Прыродазнаўчых навук. – 2020. – №1. – С. 24–40.
3. Лабутова, Н. М. Методы исследования арbusкулярных микоризных грибов / Н. М. Лабутова // Всесоюз. Науч.-исслед. Ин-т с.-х. Микробиол. – СПб. : Инновационный центр защиты растений ВИЗР, 2000. – 24 с.

К содержанию

УДК 632.95.025:577.35

О. В. ПОДДУБНАЯ

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, сверхвысоко молекулярный 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.

ства 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 устраниć 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 апликатором 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 распыла, размер и отскок капель, испарение и поглощение препарата листьями. Длинноцепочечные 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, липо-

фильный 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 РICO-800 – 20,34 Н·м., а растворы Адилор и ПАВ – в пределах 35-38 Н·м. Отмечено, что 0,1 % раствор Адью Ж снижал поверхностное натяжение капли воды в 2,76 раза. Мониторинг поверхностного натяжения рабочего раствора гербицида Торнадо показал высокую эффективность адьюванта РICO-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, одним из составляющих векторов в увеличении 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 : Сборник трудов по материалам XIX Междунар. конкурса научно-исследовательских работ (14 октября 2024 г., г. Уфа). / – Уфа : Изд. Научно-издательский центр Вестник 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. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/poverhnostno-aktivnye-veschestva-i-adyuvanty> (дата обращения: 13.10.2025).

К содержанию

УДК 556.1:574

О. В. ПОДДУБНАЯ

Горки, БГСХА

АСПЕКТЫ ХИМИЧЕСКОЙ ЭКОЛОГИИ В ГИДРОХИМИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ РОЛИ рН ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Гидрохимические исследования водных объектов озер, водохранилищ, рек, прудов все больше входят в практику прудового рыбоводства. Каждое рыболовное хозяйство должно иметь лабораторию для выполнения гидрохимических определений. В результате освоения учебной дисциплины «Гидрохимия» идет подготовка высококвалифицированных специалистов с необходимыми практическими 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. Кроме широко известных видов рыб, водные ресурсы республики планируется использовать для выращивания 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 pH можно поддерживать на практически постоянном уровне путем применения буферных смесей. Для грубого определения кислотности воды используют химические индикаторы, изменяющие цвет в зависимости от pH пробы воды. Более точные результаты получают, используя иономеры на основе ионоселективных электродов [2].

Понижение pH 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 кислотонейтрализующей способности, содержание гидрокарбонатов, значение буферной емкости природных вод. В природных пресных водах pH изменяется от менее 3,0 у сильноакислых до 6,5–7,5 у нейтральных и более 9,5 у сильнощелочных. Значение pH 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 pH 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 pH 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 pH. Роль pH 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 pH воды в жизни водных организмов исключительно велика. Так, в сильноокислой воде с pH 3,0–3,5 рыбы вообще не выживают, а могут существовать только некоторые растения и беспозвоночные. Также смертелен для всех видов рыб pH более 10,5. Наилучшим образом рыбы выживают при значениях водородного показателя в пределах 5,0–9,0. При pH ниже 5 можно наблюдать их массовую гибель, хотя отдельные виды приспособливаются и к среде, значение pH которой доходит до 3,7. При pH>5,5 в пресных водоемах также начинает уменьшаться видовое разнообразие живых организмов. Чувствительна к закислению ихтиофауна, особенно форель. При pH<5,0 рыбы, как правило, отсутствуют. Чувствительна к закислению ихтиофауна, особенно форель. При pH<5,0 рыбы, как правило, отсутствуют [2].

Проект Водной стратегии до 2030 г. был разработан с учетом Водного кодекса РБ, Концепции национальной безопасности РБ и Национальной стратегии устойчивого развития Республики Беларусь на период до 2030 года. 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 : учебно-методическое пособие по изучению дисциплины / О. В. Поддубная [и др.]. – Горки : БГСХА, 2025. – 205 с.
2. Хаханина, Т. И. Химия окружающей среды : учебник / Т. И. Хаханина, Н. Г. Никитина, И. Н. Петухов. – 3-е изд., перераб. И доп. – Москва : Юрайт, 2018. – 233 с.

К содержанию

УДК 577.175.1:576.353

В. В. САВЧУК, А. Н. ТАРАСЮК
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 повышении их устойчивости к действию неблагоприятных факторов среды. Перспективным направлением для достижения высоких результатов в данном направлении является использование брассиностероидов. 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 коньюгата брассиностероида 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 использовали 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 спиртукусусном (3:1) фиксаторе. Цитологические препараты корневой меристемы готовили общепринятым ацетоорсeinовым методом [3].

Анализ препаратов с целью определения относительной продолжительности фаз митоза осуществляли на микроскопе Микмед 5 при увеличении 15 x 40. Для каждого варианта опыта анализировали по 5 корешков. Для этого в трёх полях зрения для каждого корешка проводили подсчёт числа клеток, находящихся на стадиях профазы (П),

метафазы (М), анафазы (А) и телофазы (Т) соответственно. Относительную продолжительность фаз митоза (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 расчёт 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 Р < 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 (Р < 0,05). Общая тенденция влияния тетраиндолилацетата 24-эпикастастерона на митоз состоит в снижении относительной продолжительности профазы и телофазы, и повышении – 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.

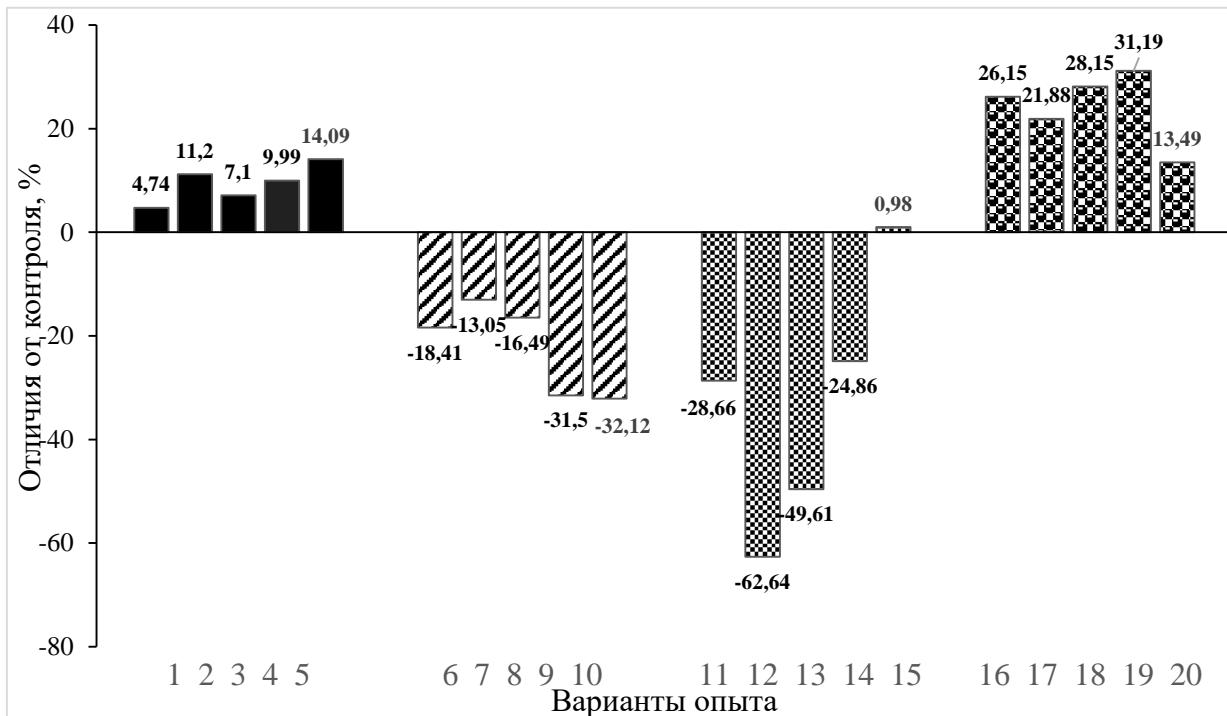


Рисунок 1 – Изменения относительной продолжительности фаз митоза (в сравнении с контролем) при действии тетраиндолилацетата 24-эпикастастерона (S31) (1–5 – профаза, концентрации S31 10^{-11} - 10^{-7} М; 1–5 – метафаза, концентрации S31 10^{-11} - 10^{-7} М; 1–5 – анафаза, концентрации S31 10^{-11} - 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 об его определённой генетической активности. Эффект воздействия S31 на митоз состоит в снижении относительной продолжительности профазы и телофазы, и повышении – метафазы и анафазы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Биологическая активность бруссиностероидов и стероидных гликозидов / С. Э. Кароза [и др.] ; под общ. Ред. С. Э. Карозы ; Брест. Гос. ун-т им. А.С. Пушкина. – Брест : БрГУ, 2019. – 261 с.
- Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. – Межгосударственный стандарт: ГОСТ 12038–84. – Введ. 01.07.86. – М. : Стандартинформ, 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. – Минск : Вышешайшая школа, 1973. – 320 с.

К содержанию

УДК 691: 004.853

И. В. ТРИЩЕНКО, А. В. КАКЛЮГИН, Л. И. КАСТОРНЫХ

Российская Федерация, г. 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 РФ» и др.), а также «Сводной стратегией развития обрабатывающей промышленности РФ до 2030 года и на период до 2035 года» 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 оправдано.

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 изложены некоторые моменты, которые следует учитывать при подготовке обучающихся по направлению подготовки 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 изучены и освещены 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, т.к. 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, рециркуируемых материалов, заполнителей из дробленого бетона. В Донском государственном техническом университете в течение ряда лет ведутся исследования в этих направлениях. К научно-исследовательской работе привлекаются 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, т.к. 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 : учебное 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: учебное 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. Технико-экономическая эффективность применения самоуплотняющихся бетонных смесей в монолитном строительстве / Л. И. Касторных [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

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 в школе органической химии часто у учащихся возникают трудности, так как им часто 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, что является особенно важным 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 школьном учебном пособии 10 класса «Химия» очень мало тем, в которых отображаются экологические проблемы в современном мире. 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 «Химия» 10 класса 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, интерак-

тивные программы и виртуальные лаборатории, дополненная реальность, блок-схемы, статичная инфографика.

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. Также 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 выше перечисленные преимущества статичной инфографики, можно выделить несколько её недостатков. Статичная инфографика не даёт возможности пользователям взаимодействовать с данными, что может ограничивать их понимание. Так как мы живём в мире, где каждый день появляется много новой информации и данных, статичную инфографику нужно также постоянно пересоздавать и создавать новые продукты. Также в статичной форме очень трудно представить большое количество данных, что также не является хорошим аспектом. 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 10 класса в наибольшей степени отражены экологические проблемы, к которым может привести неправильное использование углеводородов, именно поэтому данный параграф был выбран для создания продукта, который представлен ниже (рисунок).



Рисунок – Природные источники углеводородов и их использование

Использование статичной инфографики в химии представляет собой мощный инструмент для визуализации сложных данных и концепций. Созданный продукт на основе статичной инфографики демонстрирует, как этот метод может быть применён на практике. В созданном продукте кратко отображено содержание параграфа, а также поднимаются важные вопросы экологических проблем: загрязнения 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

- Химия. Учебное пособие для 10 класса учреждений среднего образования с русским языком обучения / Т. А. Колевич, В. Э. Матулис, В. Э. Матулис, И. Н. Варакса. – Минск : 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, г. 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, керамический наноцемент или фосфатная керамика. Такой материал 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.

Например, распределение по федеральным округам объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от атмосферного транспорта:

<i>Дальневосточный – 5 %;</i>	<i>Сибирский – 15 %;</i>
<i>Уральский – 9 %;</i>	<i>Северо-западный – 10 %;</i>
<i>Центральный – 26 %;</i>	<i>Приволжский – 20 %.</i>
<i>Южный – 15 %;</i>	

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.

Пути снижения химического воздействия на экосистемы

3. Технологические решения

Очистка сточных вод

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, тяжёлых металлов и органических соединений.

Адсорбционные методы используют активированные угли, цеолиты, глинистые минералы и синтетические сорбенты. Особенno эффективны для удаления токсичной органики (фенолы, пестициды), красителей, тяжёлых 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 дисruptоров, патогенной микрофлоры. Часто комбинируется с УФ-излучением (фотоозонирование) для повышения эффективности.

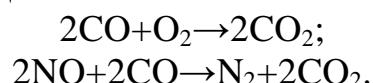
Дополнительно применяются:

- электрохимические методы (электрокоагуляция, электрофлотация);
- биологические очистные сооружения с активным илом;
- реагентные методы (коагуляция, флокуляция).

Газоочистка

Для очистки промышленных выбросов используются:

Катализитические нейтрализаторы — устройства с нанесёнными катализаторами (платина, палладий, оксиды металлов), превращающие токсичные газы в менее вредные:



Скрубберы (мокрые газоочистители) поглощают газообразные загрязнители жидкостью (водой или реагентными растворами). Эффективны для улавливания:

- кислых газов (SO_2 , HCl , HF);
- аммиака;
- летучих органических соединений.

Адсорберы с активированным углем – для очистки от паров растворителей, запахов, низкоконцентрированных токсичных газов.

Электрофильтры – удаляют твердые частицы и аэрозоли за счёт 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 CO₂);
- 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 ПАВ 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 тяжёлых металлов (*Thlaspicaerulescens* 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 биосфера – 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