

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

ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ, МОНИТОРИНГА И СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ

Электронный сборник материалов
V Республиканской научно-практической
экологической конференции

Брест, 23 ноября 2023 года

Брест
БрГУ имени А. С. Пушкина
2023

УДК 574.1(476)
ББК 28.088(4Бей)431

Редакционная коллегия:

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

Рецензенты:

доцент кафедры зоологии, генетики и химии УО «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина», кандидат биологических наук,
доцент **С. М. Ленивко**
декан факультета повышения квалификации ГУО «Брестский областной институт развития образования», кандидат биологических наук, доцент **В. И. Бойко**

Проблемы оценки, мониторинга и сохранения биоразнообразия [Электронный ресурс] : электрон. сб. материалов V Респ. науч.-практ. эколог. конф., Брест, 23 ноября 2023 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: Н.М. Матусевич [и др.]. – Брест : БрГУ, 2023. – 317 с. – Режим доступа:

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

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

Разработано в PDF-формате.

УДК 574.1(476)
ББК 28.088(4Бей)431

пустая страница

СОДЕРЖАНИЕ

ЭКОЛОГИЯ, МОНИТОРИНГ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ

Абрамова И. В. Таксономическая структура дубовых лесов на разных стадиях сукцессии в юго-западной Беларуси.....	
Босак В. Н., Кириченко Л. А., Антонюк Е. К. Деградация ландшафта на территории Гомельского дворцово-паркового ансамбля – основные причины.....	
Вежновец В. В., Журавлев М. Д. Использование вертикальной структуры зоопланктона для определения температурной приуроченности видов	
Гранковская Т. А., Рыжая А. В. Фенологические показатели иксодовых клещей в экосистемах разного типа в условиях г. Гродно и Гродненского района	
Гудойтите Д. В., Гляковская Е.И. Биоразнообразие и современное состояние фауны дневных чешуекрылых (Lepidoptera: Rhopalocera) аг. Герваты (Островецкий район)	
Гусев А. П., Кулыба Е. И. Оценка загрязнения поверхностных вод и почв методом резистивиметрии.....	
Домась А. С., Кайдалова М. О. Возможность использования гуминового препарата для снижения фитотоксичности почвы, загрязненной свинцом....	
Домась А. С., Штоп Я. И. Особенности целлюлозолитической способности почв рекреационных территорий (на примере парка «Воинов-интернационалистов» в г. Бресте)	
Жлоба К. С., Гляковская Е.И. Малакофауна наземных брюхоногих моллюсков в урболандшафтах г. Гродно и г. Светлогорска	
Журавлев М.Д. Вертикальное распределения зоопланктона в двух самых глубоких озерах Республики Беларусь.....	
Иванцов Д. Н. Мощность дозы внутреннего и внешнего облучения тетерева, изъятых на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника	
Кириченко Л. А., Волчек А. А. Макрофиты как индикаторы экологического состояния некоторых водоемов г. Бреста.	
Кислицын Д. А. Геоинформационный анализ структуры почвенно-растительного покрова Оршанской возвышенности.	
Колбас А. П., Михальчук Н. В., Савина Н. В., Милько Л. В., Кубрак С. В., Кильчешский А. В., Матусевич Н.М., Токарчук С. М. Изучение <i>Cypripedium calceolus</i> L. в Брестском регионе: экологические и генетические аспекты	

Лапука И. И. Зависимость трофической структуры зообентоса озера Северный Волос от основных экологических факторов (концентрация кислорода и температура)	
Мотыль М. М. Инвазивные виды в структуре ассоциированной фитобиоты газонно-травяного покрова городского ландшафта	
Пакуль П. А., Дмитренко М. Г. Фенология сроков прилета черного аиста на места постоянного гнездования	
Садковская А. И., Созинов О. В. Ресурсный потенциал <i>Vaccinium vitis-idaea</i> в старовозрастных лесах Pinetum pleuroziosum (заказник «Гродненская пуца»)	
Селевич Т. А. Изменение видового состава сосудистых растений в ходе сукцессии растительности пруда на малой реке Зарица (г. Гродно)	
Хващевский М. И., Колбас А. П. Картографирование территорий Брестского региона, пригодных для проведения биоремедиационных мероприятий.....	
Чумаков Л. С. Итоги многолетнего мониторинга травяно-кустарничковой растительности на лесном олиготрофном болоте в условиях рекреационной нагрузки.....	
Чумаков Л.С., Масловский О.М., Сысой И.П., Лазарь М.А. , Христюк-Макарова Я.А., Шиманович Р.В. Мониторинг трех наиболее опасных видов инвазивных растений на территории белорусской столицы .	
Чухольский А. И. Проблема накопления осадков сточных вод и направления её решения в условиях Республики Беларусь	
Шейн Е. В., Гляковская Е. И. К изучению водных беспозвоночных Волковысского района.....	
Шумская А. И., Гляковская Е. И. Предварительные итоги изучения дендрофагов основных древесных пород в окрестностях промышленных зон г. Гродно	
Ющенко И. С. Эколого-гидрогеохимическая обстановка в зоне влияния ОАО «Гомельский химический завод».....	
Яковлев А. П., Судник А. В., Булавко Г. И., Белый П. Н. Анализ факторов угрозы снижения жизнеспособности и повышения аварийной опасности деревьев и кустарников в составе зеленых насаждений.....	

БИОРАЗНООБРАЗИЕ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ФЛОРЫ, ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЫ И УСТОЙЧИВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Бойко В. И. Флора республиканского биологического заказника «Споровский»	
Бондарь Ю. В. Эколого-физиологические особенности некоторых видов рода <i>Rhododendron</i> L.	

Буко А. С. Оценка жизненного состояния придорожной древесной растительности на участках близ железнодорожного вокзала города Витебска.....	
Вабищевич М. М. Ретроспективный анализ истории изучения флоры города Пинска.....	
Власова Д. Б., Суховило Н.Ю. Особенности развития высшей водной растительности уникальных озер Нарочанского региона	
Геленко В. Н., Матусевич Н. М. Осенняя альгофлора пруда Вычулки г. Бреста 138.....	
Гресь Я. А. Видовой состав сосудистых растений пруда, расположенного в аг. Коптёвка Гродненского района.....	
Козачок А. В., Левковская М.В. Морфо-анатомическое строение листа р. <i>Ficus</i> коллекции Зимнего сада БрГУ имени А.С. Пушкина.....	
Козачок А. В., Левковская М.В. Особенности роста представителей р. <i>Ficus</i> коллекции Зимнего сада Центра экологии БрГУ имени А.С. Пушкина	
Кутас Е. Н. Клональное микроразмножение – альтернативное направление сохранения биоразнообразия растений	
Логвина А. О. Разработка протокола микрклонального размножения розмарина лекарственного (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.)	
Павловский Н. Б., Рупасова Ж.А., Ральцевич А.В., Авраменко С. Н. Генотипические особенности биометрических характеристик ассимилирующих органов растений жимолости синей при интродукции в Беларуси.....	
Размыслович К. А., Шкуратова Н. В. Анализ состава эпифитных лишайников Тельмовского леса г. Бреста	
Селевич Т. А., Головач Д. Н. Видовой состав сосудистых растений озера Белое (Лунинецкий район, Брестская область).	
Синчук О.В., Тимашкова А. В., Жоров Д. Г. Предварительные данные о структуре насаждений Juglandaceae и связанных с ними живых организмов на территории ЦБС НАН Беларуси.....	
Сысой И.П. Ресурсный потенциал лекарственных растений на территории брестской области и их экономическая оценка	
Филипчик П. П., Созинов О. В. Онтогенетические спектры ценопопуляций брусники <i>Vaccinium vitis-idaea</i> сосняков орляковых и мшистых на экологических градиентах	

БИОРАЗНООБРАЗИЕ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ФАУНЫ, ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЫ И УСТОЙЧИВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ	
Волнистый А. А. Генетическое разнообразие в белорусской метапопуляции благородного оленя и её адаптивный потенциал	

- Ласица Ю. Н., Рыжая А. В.** Видовое разнообразие божьих коровок (Coleoptera, Coccinellidae) в урбоценозах Беларуси (на примере городов Гродно и Речицы)
- Левина К. Б.** Морфометрическая характеристика обыкновенной щиповки
- Лимановская В. Г.** Обзор мест обитания пауков (Araneae) в растительных сообществах на примере национального парка «Браславские озера»
- Марчук Е. В.** Оценка биологического разнообразия позвоночных животных и экологическое просвещение населения в организованных местах отдыха лесопарка Пышки г. Гродно
- Мялик А. Н.** Дополнительные сведения о распространении, экологии и биологии *Xylocopa valsa* в Брестской области
- Полетаев А. С.** Пространственно-биотопическая структура рыбного населения реки Кревлянка
- Ризевский В. К., Лещенко А. В., Гайдученко Е. С., Куницкий Д. Ф.** Линейный рост леща *Abramis brama* водных объектов Беларуси
- Ризевский В. К., Лещенко А. В., Гайдученко Е. С., Куницкий Д. Ф.** Линейный рост плотвы *Rutilus rutilus* водных объектов Беларуси
- Сарвари Р. В., Гайдученко Е. С.** Генетическое разнообразие европейского угря (*Anguilla anguilla*), обитающего в водных объектах Беларуси, на основании изменчивости митохондриального гена *COI*
- Скуратович Е. Г., Сливинска К.** Изученность кольчатых червей из отряда Branchiobdellida (Annelida: Clitellata) в Беларуси
- Сосна А. В.** О находке *Xylocopa valsa* (Gerstäcker, 1872) на территории Вороновского района, Гродненской области
- Филипович В. Г., Марчик Т.П.** Особенности формирования фенотипической изменчивости внутривидового полиморфизма раковин *Serpaea nemoralis* (Linneus, 1758) в условиях города Гродно

БИОИНДИКАЦИЯ И БИОТЕСТИРОВАНИЕ

- Бульская И.В., Колбас А. П., Гавриловец А. Г., Нестерук В.С.** Применение золы в качестве питательной почвенной добавки
- Вежновец В. В.** Применение сообщества зоопланктона для определения трофического статуса озерных экосистем
- Кароза С. Э.** Сравнительный анализ степени флуктуирующей асимметрии представителей гибридогенного комплекса *Rana* из отдельных водоемов г. Бреста как показателя их экологического состояния
- Ковалевич Н. Ф.** Оценка состояния окружающей среды трех районов Брестской области при помощи тест-объекта клевера ползучего (*Trifolium repens* L.)

Колбас А. П., Нестерук В. С. Оценка влияния почвенных смесей на основе золы на морфометрические параметры фестулолиума в полевых условиях

Яковец О. Г., Дорошенко М. Е. Скорость циклоза в клетках харовых водорослей как тест-реакция для биотестирования действия органических кислот и атрибута

АГРОЭКОЛОГИЯ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Артемук Е. Г. Влияние тетрасукуцинат 24-эпикастастерона на всхожесть и морфометрические параметры клевера лугового

Балюк Н.В., Калацкая Ж. Н., Ламан Н. А. Накопление пролина и активность пролиндегидрогеназы в растениях картофеля при обработке иммуностимуляторами в стрессовых условиях

Демидович О. А., Ленивко С. М. Скрининг роста микропобегов различных сортов актинидии в культуре *in vitro*

Картыжова Л.Е., Ананьева И. Н., Клишевич Н.Г., Яковлев А. П., Булавко Г. И. Влияние биопрепаратов на микробный состав компостов из листового опада разных пород деревьев

Клишевич Н. Г., Самсонова А. С. Изучение физиолого-биохимических свойств новых штаммов углеродооксилирующих микроорганизмов, обеспечивающих ускорение процессов разложения углеводов нефти ...

Корзюк О.В. Влияние конъюгатов природных brassinosterоидов с кислотами на физиолого-биохимические параметры амаранта

Корпанов Р. В. Концептуальная модель ограничения экспансии золотарником канадским природных и антропогенных экосистем.....

Лукьянчик И. Д., Демьянчик М. М. Завязываемость и помолого-биохимические характеристики плодов сортов черешни коллекционного сада центра экологии БрГУ имени А.С. Пушкина

Самбук Е. А., Картыжова Л. Е. Скрининг эффективных азотфиксирующих и фосфатмобилизующих бактерий ризопланы люпина

Синчук О. В., Логачев М.А., Лисовская Е. И. Перспективы использования личинок обыкновенного муравьиного льва как бионического прототипа для проектирования износостойких рабочих поверхностей стрелчатых лап культиваторов

Тарасюк А. Н. Влияние 24-эпикастастерона и его конъюгатов с кислотами на относительную продолжительность стадий митоза у гороха

Филатова В. С., Ленивко С. М. Влияние минерального состава питательной среды на листовой органогенез у различных сортов ежевики

Филипцова Г. Г. Использование пептидных элиситоров в качестве модуляторов устойчивости растений к стрессовым воздействиям

Яковец О. Г., Круглень М. А. Выявление гормезисного эффекта глифосата на злаковых культурах

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ И ПРОСВЕЩЕНИЕ

- Володько А. И.** Спирометрические показатели у студентов в различные временные периоды
- Дятчик А.С., Ковалевская Л. В.** Интеллект-карта как методический прием визуализации информации при изучении темы «Высшие споровые растения»
- Кулинка Е. М.** Оценка культурно-исторической значимости и туристского потенциала старинных усадебных парков Ивацевичского района
- Мялик А. Н., Яковлев А. П., Галуц О. А., Бакей С. К.** Опыт подготовки иллюстрированного справочника-определителя растений торфяных месторождений Беларуси
- Осипук Е. С.** Использование коллекции нарциссов в образовательной и просветительской деятельности
- Пиловец Г. И., Литвенкова И. А., Копранова Л. О.** Опыт совместной работы ВГУ имени П. М. Машерова и Витебского комитета по экологическому информированию и просвещению населения
- Цеханович С. В.** Использование коллекции «хризантема» в просветительской работе ЦБС НАН Беларуси
- Шкуратова Н. В.** Разработка иллюстрированного анатомического атласа

ЭКОЛОГИЯ, МОНИТОРИНГ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ

УДК 598.2(470.5) + 504.74:05

И. В. АБРАМОВА

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ОРНИТОКОМПЛЕКСОВ ДУБОВЫХ ЛЕСОВ НА РАЗНЫХ СТАДИЯХ СУКЦЕССИИ В ЮГО-ЗАПАДНОЙ БЕЛАРУСИ

Для нарушенных лесных экосистем характерны значительные пространственно-временные изменения в пределах ландшафта. По современным представлениям, основную роль в сукцессиях играют биоценотические факторы. Работы [1–6 и др.], посвященные сменам орнитокомплексов в ходе вторичной сукцессии лесов, свидетельствуют о параллельном с сукцессией фитоценозов увеличением разнообразия птиц. В данной работе рассматривается лишь один аспект – соотношение основных таксономических групп класса птицы в сообществах, находящихся на разных стадиях восстановительной сукцессии дубовых лесов.

Сбор материалов для данной работы проводился в 1995–2017 гг. в юго-западной Беларуси (Брестский, Ивацевичский и Лунинецкий лесхозы, 52,0°–52,5° с.ш., 23,6°–25,5° в.д.). При изучении орнитокомплексов, формирующихся в ходе сукцессии дубовых лесов на местах сплошных рубок, применяли общепринятые методы учета птиц [7, 8]. Общая протяженность пройденных маршрутов составила 560 км.

На разных стадиях сукцессии дубового леса выявлено 67 видов птиц, относящихся к 12 отрядам [5]. В ходе сукцессии видовое богатство птиц увеличивается от 10 видов (на стадии травянистой растительности лугового типа) до 58 видов (в спелом дубовом лесу). Суммарное обилие населения птиц имеет минимальное значение на первой стадии (153,2 особей/км²), несколько выше – на двух последующих стадиях (199,9 и 204,0 особей/км²), затем резко возрастает, достигая максимума в спелом дубовом лесу (1128,9 особей/км²). В отличие от обилия, которое непрерывно растет по мере увеличения возраста сукцессии, суммарная биомасса снижается от первой стадии (3,4 кг/км²) к третьей (5,49), а затем резко возрастает, достигая максимума на последних двух стадиях (соответственно 57,85 и 68,26 кг/км²).

В разных отрядах число видов в сообществах птиц различно. Представители только одного отряда присутствуют на всех стадиях сукцессии – воробьинообразные (Passeriformes), они определяют основной фон, составляют ядро населения птиц (таблица 1).

Таблица 1 – Распределение видов птиц в сообществах на разных стадиях восстановительной сукцессии дубового леса по отрядам и семействам

Отряды, семейства	Возраст сукцессии (лет)					
	1–3	4–9	10–15	30–50	85–110	120–150
Куруобразные Фазановые	2	2			1	1
Аистообразные Аистовые					2	2
Ястребообразные Ястребиные					2	2
Журавлеобразные Пастушковые	1	1				
Ржанкообразные Бекасовые					1	1
Голубеобразные Голубиные				1	3	3
Кукушкообразные Кукушковые					1	1
Совообразные Совиные					1	1
Стрижеобразные Стрижиные					1	1
Птицы-носороги Удодовые					1	1
Дятлообразные Дятловые				1	7	7
Воробьинообразные						
Трясогузковые	3	3	1	1	1	1
Мухоловковые	1	2	2	6	7	7
Вьюрковые		2	4	3	4	4
Жаворонковые	2	2	1	1	1	1
Сорокопутовые		1	1	1		
Овсянковые	1	1	1	1	1	1
Дроздовые		1	2	3	3	3
Славковые		3	7	8	8	8
Пищуховые				1	1	1
Поползневые				1	1	1
Скворцовые					1	1
Синицевые			1	3	4	4
Длиннохвостые синицы				1	1	1
Иволговые				1	1	1
Врановые				1	4	4
Количество видов	10	18	20	34	58	58

Доля воробьинообразных в орнитокомплексах на разных стадиях сукцессии составляет 65,5–100,0 % общего количества видов и 90,8–100,0 %

суммарного обилия (максимум на стадии возраста 10–20 лет). Доминирование птиц этого отряда характерно для всех лесных экосистем Беларуси. Отряды ястребообразные (Accipitriformes) и аистообразные (Ciconiiformes) представлены двумя видами, голубеобразные (Columbiformes) и курообразные (Galliformes) – тремя видами, дятлообразные (Piciformes) – семью видами. Шесть отрядов представлены одним видом.

Интересным представляется распределение птиц в орнитокомплексах по отдельным семействам. Всего в дубовых лесах региона были зарегистрированы представители 26 семейств. Воробьинообразные представлены пятнадцатью семействами (57,7 %), остальные отряды – только одним семейством. Из воробьинообразных самые массовые — славковые (8 видов), мухоловковые (8 видов), вьюрковые (5 видов), врановые (4 вида) и синицевые (4 вида). Большинство этих видов связано с древесно-кустарниковыми насаждениями или являются дуплогнездниками.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Głowaciński, Z. Succession of bird communities in the Nielopolomice Forest (Southern Poland) / Z. Głowaciński // *Ecol. Pol.* – Vol. 23. – №2, 1975. – P. 231–263.

2. Helle, P. Annual fluctuations of land bird communities in different successional stages of boreal forest / P. Helle, M. Mönklönen // *Ann. Zool. Fennici.* – Vol. 23, 1986. – P. 269–280.

3. Преображенская, Е. С. Экология воробьиных птиц Приветлужья / Е. С. Преображенская. – М. : КМК Scientific Press Ltd, 1998. – 200 с.

4. Гриднева, В. В. Динамика населения птиц в ходе сукцессионных изменений после рубок различного типа в Восточном Верхневолжье / В. В. Гриднева, В. Н. Мельников // *Вестн. ТГУ.* – 2013. – Т. 18. – Вып. 6. – С. 3227–3230.

5. Абрамова, И. В. Динамика обилия видов птиц в ходе сукцессии дубовых лесов юго-западной Беларуси / И. В. Абрамова // *Зоологический журнал.* – 2022. – Т. 101. – № 11. – С. 1232–1242.

6. Абрамова, И. В. Динамика населения птиц в ходе восстановительной сукцессии сосняков мшистых Юго-Западной Беларуси / И. В. Абрамова // *Журнал общей биологии.* – 2023. – Т. 84. – № 3. – С. 215–228.

7. Равкин, Ю. С. К методике учёта птиц лесных ландшафтов / Ю. С. Равкин // *Природа очагов клещевого энцефалита на Алтае.* – Новосибирск : Наука, 1967. – С. 66–75.

8. Järvinen, O. Finnish line transect censuses / O. Järvinen, R. Väisänen // *Ornis fenn.* – Vol. 53. – №4, 1976. – P. 115–118.

К содержанию

В. Н. БОСАК, Л. А. КИРИЧЕНКО, Е. К. АНТОНЮК
Брест, БрГТУ

ДЕГРАДАЦИЯ ЛАНДШАФТА НА ТЕРРИТОРИИ ГОМЕЛЬСКОГО ДВОРЦОВО-ПАРКОВОГО АНСАМБЛЯ – ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ

Одним из уникальных ландшафтов Республики Беларусь является ботанический памятник природы республиканского значения Гомельский дворцово-парковый ансамбль. [1].

Парк сильно пострадал во время Второй мировой войны. Одна четверть северной части парка была вырублена и превращена в кладбище. Главная достопримечательность города – дворец Румянцевых-Паскевичей был разрушен, а большинство коллекций разграблено [2].

К концу войны, согласно записке научного сотрудника Гомельского областного краеведческого музея М.Н. Огай, в парке сохранилось 700 деревьев из 4500. В послевоенное время восстановление парка проводилось односторонне – в сторону увеличения числа древесных насаждений (до 8000), количество видов достигло 86 вместо прежних 40.

Кроме того, на территории парка, являющегося на тот момент городским парком культуры и отдыха и важнейшим экскурсионным объектом республики, велись различные хозяйственные мероприятия, заасфальтированы песчаные парковые аллеи, дорожки и площадки. В результате парк потерял исторический облик, прежние художественные и рекреационные особенности. Коллекция экзотических видов растений, собранная в парке, затерялась среди малоценных пород. В настоящее время парковый ландшафт выглядит как лесной массив, он потерял свою эстетическую привлекательность. Это привело к проблемам деградации значительной территории почвенного покрова парка, развитию процессов эрозии на склонах оврага и водных объектов.

В связи с интенсивной эрозией почвы на склонах парка сотрудниками кафедры инженерной экологии и химии БрГТУ по договору с администрацией историко-культурного учреждения «Гомельский дворцово-парковый ансамбль» в 2015–2017 и 2019 гг. был проведен комплекс научно-исследовательских работ по выявлению основных причин деградации ландшафта.

Отбор проб почвы проводился стандартными методами из верхних горизонтов на склонах парка [3, 4]. Для определения плодородия почвы определялись такие показатели как содержание подвижных форм фосфора и калия, процентное содержание гумуса, рН водной и солевой вытяжки [3, 4]. Результаты исследования показаны в таблице 1.

Таблица 1 – Агрохимические показатели почвы склонов дворцово-паркового ансамбля г. Гомель

№ образца почвы	Показатели				
	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг	гумус, %	pH водной вытяжки	pH солевой вытяжки
1	>400*	300	2,82	7,73	6,89
2	309	278	2,52	7,40	6,23
3	>400*	400	2,29	7,68	6,74
4	>400*	344	2,73	7,47	6,48
5	>400*	489	4,15	7,45	6,29
6	>400*	316	1,62	6,45	5,13
7	>400*	268	2,56	6,76	5,64
8	>400*	146	1,09	7,08	6,15

*Примечание. На момент определения прибор был откалиброван на максимальное значение 400 мг/кг.

Приведенные показатели свидетельствуют о высоком содержании в исследуемых образцах подвижных форм калия и фосфора. Таким образом, почвы склонов парка имеют явный переизбыток подвижного фосфора и калия, содержание которых во всех исследуемых образцах по степени обеспеченности P₂O₅ и K₂O следует считать, как очень высоким [6]. Исключением является образец № 8 (склон в сторону р. Сож, южная оконечность парка) где содержание K₂O определяется как повышенное. Следует учесть, что почва образца № 8 представлена насыпным грунтом из центральной части парка на полностью деградированной почве.

Агрохимические показатели почвы склонов указывают на несбалансированность содержания основных элементов питания и гумуса, что, на наш взгляд, напрямую связано с интенсивными процессами водной эрозии, происходящими на этих склонах. Низкое содержание гумуса, вымытого талыми и дождевыми водами, вызывает дефицит азота в почве. Растения, испытывая недостаток в последнем, не могут в полной мере усваивать фосфор. Отсюда – избыточное накопление P₂O₅ в корнеобитаемом слое.

Для установления причин неудовлетворительного состояния травяной дернины под пологом древесных насаждений методом люксметрии произведены замеры освещенности в разных точках дворцово-паркового ансамбля на склонах, обращенных в сторону р. Сож (таблица 2). Исследования показали, что на открытом участке склона (контроль) освещенность составляла 16780 лк при сплошной облачности, под пологом древесных пород этот показатель в верхней части и нижней части склона ниже в 2,2 раза и 3,6 раза соответственно в сравнении с контролем. В отдельных местах под пологом деревьев освещенность падала до уровня 1290–1860 лк, что в 9–13 раз меньше контрольной точки.

Известно, что нормальное развитие физиологических процессов для теневыносливых растений установлено при освещенности 2500–3000 лк, а светолюбивых – от 6000 лк. Нормой же для большинства растений наших широт является освещенность 8000–10000 лк [5]. Следовательно, даже в относительно «благополучных» местах на склоне под пологом деревьев освещенность недостаточна для нормального развития большинства растений.

Таблица 2 – Освещенность склонов дворцово-паркового ансамбля, обращенных в сторону р. Сож, лк

№ п/п	Место измерения	Часть склона	Показания люксметра
1	Контроль (без участия деревьев)		16780
2	У лестницы, ведущей к набережной	верх / низ	7550 / 4650
3	Под дворцом (левая часть)	верх / низ	2370 / 1290
4	Под дворцом (правая часть)	верх / низ	1970 / 1860
5	Под филиалом музея	верх / низ	3100 / 2900

Молодые древесные породы второго яруса (преимущественно акация белая, ильмы гладкий и шершавый) с деревьями первого яруса создают на склонах густую тень, что явилось одной из основных причин исчезновения под их пологом травянистых растений [6]. Отсутствие травяной дернины и оголение почвы ускоряет интенсивное разрушение склонов в ходе эрозии в периоды дождей и таяния снега. Мощной корневой системы древесных пород недостаточно, чтобы остановить процесс водной эрозии.

На основании проведенных исследований были сделаны следующие выводы:

1. В процессе послевоенного восстановления насаждений и последующих постоянных посадок и засорения территории самосевом произошло загущение парка, превращение его в лесной массив. Коллекция экзотических растений, собранная в парке, затерялась среди малоценных пород. Кроме того, на территории парка были установлены многочисленные сооружения агитационного, культурно-просветительного, развлекательного и др. назначения, заасфальтированы парковые аллеи, дорожки и площадки. Таким образом, парк потерял свой исторический облик и прежние художественные особенности. Утеряны все видовые точки, с которых прежде открывались виды на прекрасные пейзажи и архитектурные сооружения парка. Это снизило комфортность условий для отдыха населения.

2. Агрохимические параметры указывают на низкое плодородие почвы склонов, что, на наш взгляд, напрямую связано с интенсивными процессами эрозии. Низкое содержание гумуса, вымытого талыми и дождевыми водами, вызывает дефицит азота в почве, вследствие чего растения не в полной мере усваивают фосфор. Это объясняет избыточное накопление P_2O_5 в поверхностном слое почвы. Кроме того, хозяйственные мероприятия

на территории парка не способствуют естественному восполнению почвенного азота: минеральные азотные удобрения на склонах не вносятся, а опавшая листва и скошенные травы тщательно удаляются обслуживающим персоналом. Риск эрозионных процессов на склонах парка – среднеопасный, с очевидной отрицательной динамикой.

3. Пространства парка, покрытые плотной малоценной древесно-кустарниковой растительностью, сильно затенены. Газонные травы здесь не могут нормально развиваться из-за недостатка света.

4. Эффективные лесомелиоративные и противоэрозионные мероприятия на территории земель парка требуют значительных рубок (пересадки практически невозможны) и удаления лишних деревьев и других малоценных насаждений.

Очевидно, что решение этих проблем может быть только комплексным, а любые лесомелиоративные мероприятия невозможны без удаления лишнего древостоя и террасирования склонов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Список особо охраняемых природных территорий Гомельской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://naturegomel.by/spisok-osobo-ohranyaemyh-prirodnih-territoriy-gomelskoy-oblasti>. – Дата доступа: 10.10.2023.

2. Кулагин, А. Н. Архитектура дворцово-усадебных ансамблей Белоруссии / А. Н. Кулагин. – Минск : Наука и техника, 1981. – 134 с.

3. Реестр методик выполнения измерений, допущенных к применению при выполнении измерений в области охраны окружающей среды. В трех частях. Часть III. Почвы и донные отложения; промышленные и бытовые отходы; природные ресурсы, сырье и продукция. – Минск : Бел НИЦ Экология, 2009. – 168 с.

4. Блинцов, И. К. Практикум по почвоведению / И. К. Блинцов, К. Л. Забелло. – Минск : Вышэйшая школа, 1979. – 208 с.

5. Требования растений к уровню освещенности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://govsad.ru/trebovanija-rastenij-k-urovnju-osveshhenija.html>. – Дата доступа: 10.10.2023.

6. Босак, В. Н. Анализ состояния территорий крутосклонов Гомельского дворцово-паркового ансамбля, подверженных водно-эрозийным процессам / В. Н. Босак [и др.] // Вестник Брестского государственного технического университета. Серия: Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2016. – № 2. – С. 105–108.

К содержанию

В. В. ВЕЖНОВЕЦ, М. Д. ЖУРАВЛЕВ

Минск, ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕРТИКАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ЗООПЛАНКТОНА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ПРИУРОЧЕННОСТИ ВИДОВ

В гидробиологической практике все виды по отношению к температуре разделяют на теплолюбивые или термофильные и холодолюбивые или криофильные. Температурные условия жизнедеятельности вида являются одной из важнейших характеристик его экологической ниши. Температурные границы обитания позволяет определить не только предпочитаемую температуру, но и границы толерантности по этому фактору. Термопреферендум можно определить двумя основными способами: экспериментально, используя искусственно созданные термоградиентные установки и в естественных условиях при помощи анализа расположения популяций в термически стратифицированных озерах.

В условиях изменения климата и потепления должно наблюдаться стимулирование развития теплолюбивых видов и угнетение холодолюбивых. Однако, в водной среде, особенно при термическом расслоении водной толщи, видовые популяции выбирают предпочитаемые ими температурные условия, уходят от неблагоприятных. Кроме того, в нестратифицированных водах теплолюбивые виды развиваются летом, а холодолюбивые — зимой и имеют адаптации к переживанию в неблагоприятных для них условиях (покоящиеся яйца, диапауза). Поэтому в современных климатических условиях важно определить отношение водных животных к температурным условиям обитания с целью более точного и отдельного анализа влияния на них складывающихся температурных условий.

Целью работы было определение представителей холодолюбивой фауны в зоопланктоне на основе их расположения в столбе воды термически стратифицируемых озерах.

Для анализа выбраны средне глубокие мезотрофные озера Беларуси: Волос, Ричи, Сита (Браславский район), Долгое (Глубокский район), Вечелье, Кривое (Ушачский район), Волчино (Мядельский район). По этим озерам мы располагаем многолетними ежегодными или периодическими данными по распределению зоопланктона разной продолжительности: от 38 лет в оз. Волос до 15-ти в остальных озерах. Частично привлекались литературные данные по другим озерам.

Распределение температуры в летнее время в этих водоемах приблизительно одинаковое. Верхние горизонты (эпилимнион) в середине лета имеют

температуру немного выше 20°C. В металимнионе наблюдается резкое снижение, затем постепенное снижение (клинолимнион) и почти постоянная температура 5–6 °С в гиполимнионе (рисунок 1). Межгодовые изменения температуры происходят только в поверхностных слоях воды.

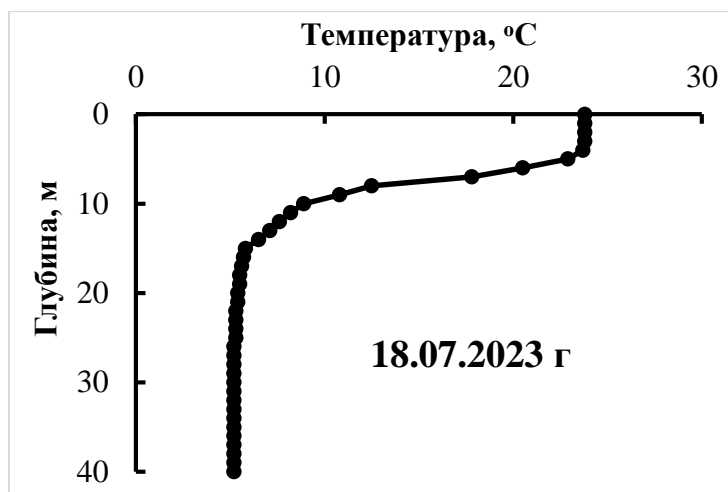


Рисунок 1 – Вертикальное распределение температуры в оз. Южный Волос

Зоопланктон в таких озерах располагается неравномерно, а отдельные популяции имеют разные профили распределения. При таком распределении температуры животные, располагающиеся в эпилимнионе, можно отнести к теплолюбивой фауне, в гиполимнионе – к холоднотермной [1]. На рисунке 2 показаны примеры вертикального расположения теплолюбивого и холодноводного видов в оз. Южный Волос.

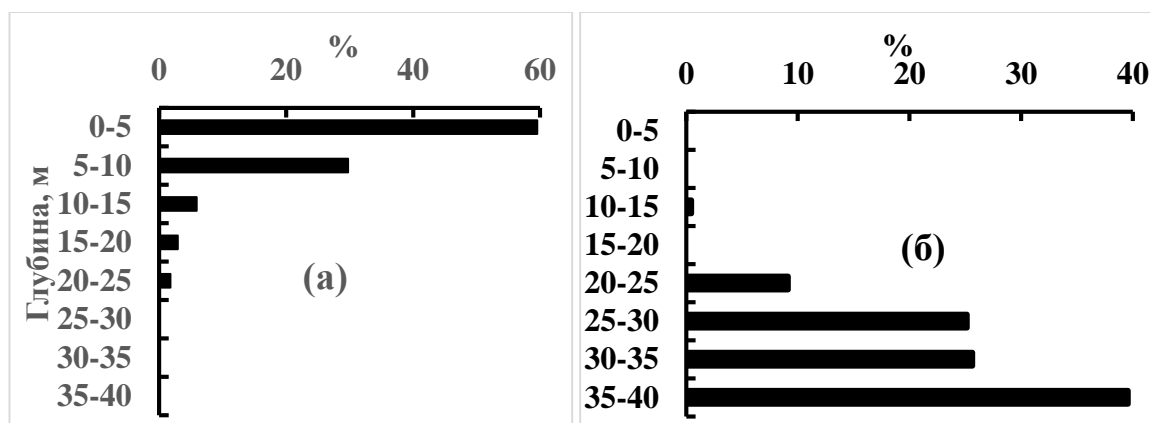


Рисунок 2 – Вертикальное расположение (% численности в столбе воды) *Daphnia cucullata* Sars, 1862 (а) и *Limnocalanus macrurus* Sars, 1863 (б)

Анализ расположения в других озерах показал схожие результаты. Поэтому к холодноводной фауне в составе зоопланктона можно отнести прежде всего каланоидных копепоид – лимнокалянуса *Limnocalanus macrurus* (Sars, 1863). Согласно литературным и собственным материалам [1] к этому

комплексу можно отнести и планктонную копеподу *Eurytemora lacustris* (Porre, 1887). Указанные виды ограничено распространены в озерах Беларуси, подвержены риску вымирания, поэтому занесены в Красную книгу Республики Беларусь [2]. Температурные границы обитания этих видов находятся в пределах 0–13° С.

Кроме указанных выше видов в состав криофильной фауны можно отнести виды рода *Cyclops*, некоторые из которых заселяют в летнее время глубокие слабо прогреваемые слои воды димиктических озер. Прежде всего это циклоп озерный – *Cyclops lacustris* Sars, 1863. Он встречается в оз. Южный Волос, Ричи, Мядель, Мястро и Нарочь [3]. Один из самых крупных циклопов *Cyclops bohater* Kozminski, 1933 в пределах Беларуси найден в оз. Долгое, Лепельское, Свитязь. В Европе и Азии придерживается пелагической зоны озер (Einsle, 1996). Имеет одну зимнюю генерацию, во время теплого периода времени находится в придонных слоях воды в состоянии диапаузы на пятой копеподитной стадии [4]. *Cyclops insignis* Claus, 1857 редок и найден нами только в гипolimнионе озера Сенно. Считается холодолюбивым стенотермом и распространен в Северной и средней части Палеарктики [5, 6]. Из этого рода наиболее распространен в озерах Беларуси *Cyclops scutifer* Sars, 1863. Он зарегистрирован в озерах: Нарочь, Мястро, Мядель, Баторино, Дрисвяты, Южный Волос, оз. Тумское, Заловское, Еди, Черново, Волчино, Бобыно, Струсто [3]. Северное и циркумполярное распределение этого вида подтверждает его холодноводную стенотермность [6].

Менее явно к холодноводной фауне можно отнести *Acanthocyclops vernalis* (Fischer, 1853). В водоемах Беларуси один из самых распространенных видов рода [3]. Указан для различного типа водоемов, от озер до пещер, однако, по В.И. Монченко [7] – типичный обитатель исключительно мелких пересыхающих водоемов и относится к придонным формам, приспособленным к летнему высыханию и зимнему промерзанию водоемов. Распространен на всех континентах [3].

Из представителей ветвистоусых ракообразных к настоящему времени к холодолюбивым относится только один вид – *Daphnia longiremis* Sars, 1862. Вид указан для озер Южный и Северный Волос, Сита, Долгое, Кривое, Бобыно. По вертикальному распределению в пелагиали озера Волос отнесен к холодноводному комплексу. Распространен в Голарктике, в мезотрофных озерах. Южная граница ареала – это озера средней полосы, куда относятся и водоемы Беларуси. Согласно последним исследованиям, выпал из фауны озер в летнее время. Необходимы дополнительные специальные исследования распространения и расположения этого вида в озерах Беларуси в современных климатических условиях [8]. Из кладоцера в придонных горизонтах озер встречается и *Bosmina longirostris* (O.F.Muller, 1785),

однако этот вид может заселять и верхние слои воды, что может свидетельствовать о существовании морф или подвидов, которые приспособлены к обитанию в разных условиях, но морфологически неотличимы.

Из коловраток (Rotifera) озер также можно выделить пока только один вид – *Conochiloides natans* (Seligo, 1900). Этот вид ведет придонный образ жизни в пелагической части озер. До сих пор постоянно регистрировался в сетных сборах только в оз. Волос. Сейчас встречается не каждый год.

Таким образом, в состав криофильной фауны водных экосистем из известных к настоящему времени ракообразных зоопланктона озер Беларуси можно внести 9 видов. Из них два относятся к каланоидным, пять – к циклопоидным копеподам, один вид – к ветвистоусым ракообразным и один вид – к коловраткам. Большинство из них обитает в глубоководных, мало прогреваемых слоях воды озер и ведут планктонный образ жизни.

Работа выполнена при поддержке БРФФИ, проект № Б23МС-001.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вежновец, В. В. Особенности вертикального распределения зоопланктона в димиктических озерах / В. В. Вежновец // Актуальные проблемы изучения ракообразных континентальных вод : сб. лекций и докладов Междунар. школы-конф. ИБВВ РАН, Борок, 5–9 нояб. 2012 г. – 2012. – С. 153–155.

2. Красная книга Республики Беларусь: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных / под ред. И. М. Качановского [и др.]. – Минск : Беларус. Энцыкл. імя П. Броўкі. – 2015. – 320 с.

3. Вежновец, В. В. Ракообразные (Cladocera, Sorepoda) в водных экосистемах Беларуси. Каталог. Определительные таблицы. / В. В. Вежновец. – Минск: Бел. Наука, 2005 – 150 с.

4. Limnofauna Europaea / Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York : Swets & Zeitlinger B.V., 1978. – 532 p.

5. Рылов, В. М. Пресноводные Calanoida СССР. Серия «Определители организмов пресных вод СССР»; вып. 1 – Л.: [б. и.], 1930. – 263 с.

6. Монченко, В. И. Челюстноротые циклообразные. Циклопы (Cyclopidae) / В. И. Монченко // Фауна Украины. – Киев : Наукова думка, 1974. – Т. 27. – 452 с.

7. Монченко, В. И. Свободноживущие циклопообразные копеподы Понто-Каспийского бассейна / В. И. Монченко. – Киев : Наукова думка, 2003. – 350 с.

8. Вежновец, В.В. Холодолюбивые виды водных беспозвоночных в фауне Беларуси / В. В. Вежновец // Актуальные проблемы экологии : сб. науч. ст. / М-во образования Респ. Беларусь, ГрГУ им. Я. Купалы, Гродн. обл. ком. природ. ресурсов и охраны окр. среды ; редкол. Н.З. Башун (гл. ред.) [и др.]. – Гродно : ГРГУ, 2023. – С. 93–95.

К содержанию

Т. А. ГРАНКОВСКАЯ, А. В. РЫЖАЯ

Гродно, ГУ «Гродненский зональный ЦГЭ», ГрГУ имени Я. Купалы

**ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ИКСОДОВЫХ КЛЕЩЕЙ
В ЭКОСИСТЕМАХ РАЗНОГО ТИПА В УСЛОВИЯХ
Г. ГРОДНО И ГРОДНЕНСКОГО РАЙОНА**

В Республике Беларусь из семи пастбищных видов иксодид повсеместно встречаются и многочисленны два вида иксодовых клещей: *Ixodes ricinus* (Linnaeus, 1758) и *Dermacentor reticulatus* (Fabricius, 1794). Имагинальные стадии обоих видов в качестве прокормителей предпочитают домашних и диких млекопитающих, птиц и пресмыкающихся. Избирательность их к видам хозяев определяется только степенью доступности жертв [1].

В поддержании численности клещей в экосистемах городов основная роль принадлежит мелким млекопитающим (фоновым представителям мышевидных грызунов и мелких насекомоядных), перемещения которых происходит в вертикальной плоскости: верхние слои почвы – подстилка – почвопокровная растительность. Также большую роль в распространении и поддержании численности иксодовых клещей в городских биотопах принадлежит синантропным млекопитающим и птицам.

Целью наших исследований является выявление фенологических особенностей иксодовых клещей в экосистемах разного типа г. Гродно и его окрестностей.

Город Гродно и прилегающие территории в соответствии с геоботаническим районированием приурочены к Неманскому району Неманско-Предполесского округа подзоны грабово-дубово-темнохвойных лесов. Основными типами растительности является селитебная, лесная и сегетальная растительность. На территории Гродненского района находится Республиканский ландшафтный заказник «Гродненская пуца» площадью 20 903 га, Республиканский ландшафтный заказник «Озёры» площадью 2 3870,9 га, старинные парки (д. Белые Болота, г. Скидель). Общая площадь Гродненского лесхоза составляет 57,6 тыс. га, в том числе покрытие лесом – 54 тыс. га. Общая площадь Скидельского лесхоза составляет 56 тыс. га, в том числе покрытие лесом – 55,314 тыс. га.

Отличительной особенностью города является наличие в его границах кварталов леса. Лесные массивы преобладают в структуре озелененных территорий общего пользования, занимая площадь около 1 441,40 га: в границах Ленинского района (12 кварталов) и в границах Октябрьского района (26 кварталов) [2]. Леса зелёной зоны города сосновые и сосново-березовые

с хорошо выраженным вторым кустарниковым ярусом. Естественный растительный покров окрестностей города представлен лесной и луговой растительностью.

Непрерывность экологического каркаса поддерживается лесными массивами, как в городской черте, так и на прилегающих к городу территориях с севера, юго-востока и юго-запада. Зеленые зоны сформированы природными ландшафтами, такими как лесные массивы в районе Барановичи, Румлево, Пышки, пойменные территории рек Неман, Лососна, Городничанка, ручья Юрисдика, а также системой антропогенных ландшафтов города (городские многофункциональные парки Коложский, Тызенгауза, мемориальный парк Кургана Славы, специализированный парк – зоопарк, система городских бульваров и скверов). Общая площадь озелененных территорий города (парки, скверы, насаждения улиц и площадей, участки индивидуального строительства) составляет около 1 641,36 га. Парки и скверы занимают 16,4 % общей площади города. Характерной особенностью г. Гродно является наличие в Центральном районе большого количества усадебной жилой застройки.

Анализ метеорологических данных (температура, сумма осадков), показал, что в последнее десятилетие на территории Гродненского региона наблюдается отклонение показателя среднегодового значения температуры воздуха от климатической нормы сторону его повышения, что имеет существенное влияние на активность и основные фенологические явления в жизнедеятельности иксодид.

Рекогносцировочные обследования территорий проводятся в рамках энтомологического слежения и проведения биологических наблюдений в природных биотопах за акарофауной, имеющей медицинское значение в течение всего сезона активности клещей ежедекадно (с марта по ноябрь) [3].

На обследуемых участках г. Гродно и окрестностей иксодовых клещей собирали по стандартным методикам – на флаг (т.е. на отрез (60 x 100 см) однотонной светлой ворсистой ткани (вафельной или фланелевой), протаскивая развернутый флаг по растительности перед собой или сбоку, периодически проводя осмотр флага). Показателем численности является среднее количество клещей на 1 флаго/километр.

При рекогносцировочных обследованиях и учёте численности иксодовых клещей с растительности на урбанизированных и рекреационных территориях (зоны отдыха населения, лесные массивы, селитебные территории и т.д.) г. Гродно и Гродненского района за последние 10 лет (с 2012 по 2022 гг.) зарегистрировано два вида иксодовых клещей: *Ixodes ricinus* и *Dermacentor reticulatus*. Доминирующим видом в сборах с растительности при рекогносцировочных обследованиях является *I. ricinus*.

Вне зависимости от мест сбора иксодовых клещей: лесные массивы, прилегающие к застройке населенных пунктов города или района, лесные массивы, расположенные в черте населённого пункта, парки, скверы, пустыри и прочее, динамика активность клещей за последние 10 лет продолжает характеризоваться весенним (май–июнь) и осенним (август–сентябрь) пиком сезонного максимума.

В среднем сезон активности клещей за последние 10 лет составил в г. Гродно: 269 дней для *I. ricinus* и 287 для *D. reticulatus*. На территории Гродненского района 267 дней для *I. ricinus* и 285 для *D. reticulatus*, соответственно. В среднем по городу и району сезон активности для *I. ricinus* составляет 262, для *D. reticulatus* – 286 дней, соответственно.

Первые клещи на маршруте (начало сезона активности клещей) в природных биотопах г. Гродно обнаруживались в конце второй–начале третьей декады марта для *I. ricinus*. Для *D. reticulatus* начало активности регистрировали со второй декады февраля–второй декады марта. На территориях Гродненского района клещи *I. ricinus* начинали свою активность в конце второй декады марта, а *D. reticulatus* – в третьей декаде февраля и первой декаде марта.

Начало массовой активности на территории города для *I. ricinus* приходится на первую и вторую декаду мая, *D. reticulatus* – вторую и третью декаду апреля. В Гродненском районе для *I. ricinus* – на первую и вторую декады мая, а для *D. reticulatus* – на вторую декаду апреля.

Пик численности клещей *I. ricinus* на территориях г. Гродно начинается с третьей декады мая по вторую декаду июня; для *D. Reticulatus* – с первой по вторую декады мая. В Гродненском районе для *I. ricinus* пик численности смещается, и начинается с первой по вторую декады июня. У *D. reticulatus* – с третьей декады апреля по вторую декаду мая.

Конец массовой активности клещей *I. ricinus* на территориях г. Гродно приходится на вторую и третью декады октября, последние клещи при рекогносцировочных обследованиях на маршрутах обнаруживаются в конце третьей декады ноября. У *D. reticulatus* конец массовой активности клещей наблюдается в первой декаде ноября, последние клещи на маршруте обнаруживаются в третьей декаде ноября, первой декаде декабря. В Гродненском районе конец массовой активности клещей *I. ricinus* приходится на вторую и третью декады октября, последние клещи на маршрутах обнаруживаются в третьей декаде ноября; *D. reticulatus* – конец массовой активности приходится на вторую декаду октября, последние клещи на маршрутах обнаруживаются в третьей декаде ноября и первой декаде декабря.

За последние 10 лет самый высокий показатель численности иксодовых клещей в пик активности в природных биотопах г. Гродно наблюдался в 2013 г. и составил 21,0 экз. на флаго/км. Наименьший – в 2014 г. – 4, 0 экз.

на флаго/км; самый высокий среднесезонный показатель зафиксирован в 2013 г. – 6,4 экз. на флаго/км; наименьший – в 2014 г. – 1,12 экз. на флаго/км.

В Гродненском районе самый высокий показатель численности в пик активности в 2013г. – 21,0 экз. на флаго/км. Наименьший в 2014 г. – 3,0 экз. на флаго/км; самый высокий среднесезонный показатель в 2013 г. – 7,8 экз. на флаго /км, наименьший – в 2014 г. – 1,6 экз. на флаго/км.

Таким образом, можно констатировать, что за последние 10 лет сезон активности клещей сдвинулся и начинается в более ранние сроки, особенно на урбанизированных территориях, где температура окружающей среды выше, чем в естественных экосистемах, часто иксодовые клещи обнаруживаются и в зимний период года (декабрь–февраль).

Увеличился и период активности клещей, как на территории города, так и в его окрестностях. Остаётся чётко выраженная сезонная активность иксодовых клещей вне зависимости от мест обитания, сохраняется динамика их активности в виде двух физиологических пиков – весенний (май–июнь) и осенний (август–сентябрь), что подтверждается чёткой разницей среднесезонных показателей численности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бычкова, Е. И. Иксодовые клещи (IXODIDAE) в условиях Беларуси / Е. И. Бычкова, И. А. Федорова, М. М. Якович. – Минск : РУП «Издательский дом «Беларуская навука», 2015. – 191 с.

2. Схема озеленённых территорий общего пользования г. Гродно: экологический доклад по стратегической экологической оценке 3. 21-00 ПЗ-2; дир. Хижняк А. Н.; нач. отдела Павлова Е. В, исполн: Лысенко В. Д. – Минск, 2021. – с. 168. – Инв. № 38871, н/с.

3. Яшкова, С. Е. Алгоритм проведения биологических наблюдений в природных биотопах за акарофауной, имеющей медицинское значение / С. Е. Яшкова, В. В. Пашкович, Д. М. Голотик и др. – Минск. Приказ Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 118 от 13.02.2018.

К содержанию

Д. В. ГУДОЙТИТЕ, Е.И. ГЛЯКОВСКАЯ

Гродно, ГрГУ имени Я. Купалы

**БИОРАЗНООБРАЗИЕ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ
ФАУНЫ ДНЕВНЫХ ЧЕШУЕКРЫЛЫХ (LEPIDOPTERA:
RHOPALOCERA) АГ. ГЕРВЯТЫ (ОСТРОВЕЦКИЙ РАЙОН)**

Актуальность. Дневные чешуекрылые довольно широко распространены по всему миру и являются составной частью многих наземных экосистем. Представители этой группы имеют важное практическое значение как опылители растений. Гусеницы некоторых видов голубянок, являясь энтомофагами, истребляют тлей и червецов. Часть видов, однако, являются вредителями лесного и сельского хозяйства. Велико и их эстетическое значение, благодаря чему многие виды отлавливаются в большом количестве для коммерческих целей [1].

Дневные бабочки сравнительно легко идентифицируемы и часто характеризуются специфичностью приспособления. Они широко распространены и чувствительны к изменениям окружающей среды [2]. Несмотря на хорошую изученность булавоусых чешуекрылых по сравнению с другими группами насекомых, видовое богатство и численность многих видов бабочек на территории отдельных районов Республики Беларусь исследован фрагментарно. На территории Островецкого района подобные исследования проводятся впервые.

Материалы и методы. Исследования проводились на территории аг. Гервяты (Островецкий район, Гродненская область). В основу работы положены сборы булавоусых чешуекрылых с июля по сентябрь 2022–2023 г. Для исследования заложили 3 пробные площадки [3]: ПП1 – лесная вырубка, ПП2 – полиагроценоз с декоративными растениями и ПП3 – яблоневый сад.

Сбор материала проводили в фазе имаго в ясную солнечную погоду, при помощи энтомологического сачка. Также использовали ручной сбор при помощи стеклянной банки. Для расправления использовали расправилки. Для определения собранного материала использовался специализированный интернет-портал [4].

Результаты исследований. По результатам проведенных исследований, наибольшее число видов дневных чешуекрылых зарегистрировано за полевой сезон 2023 года. Всего отмечено 26 видов чешуекрылых (Lepidoptera: Rhopalocera), относящихся к 4 семействам и 20 родам (рисунок 1).

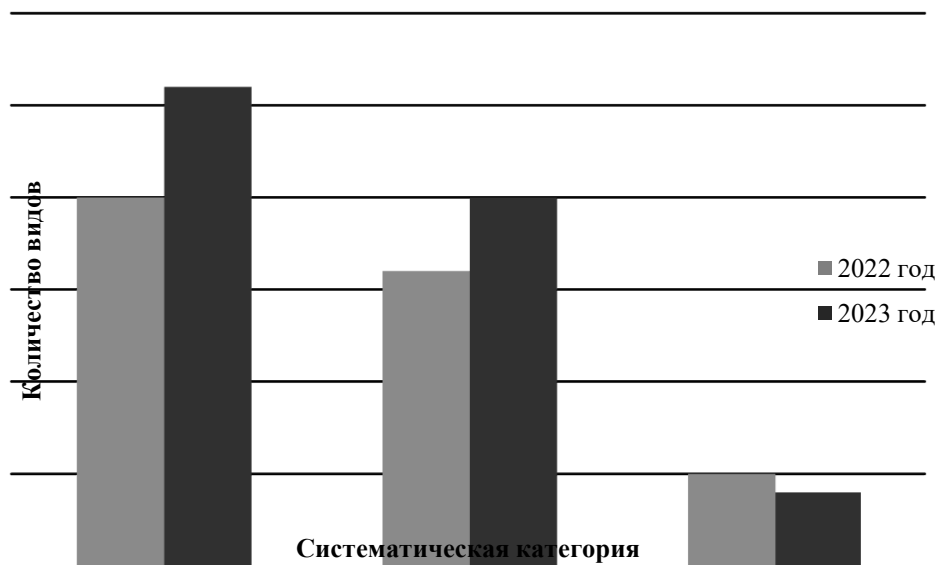


Рисунок 1 – Видовой состав булавоусых чешуекрылых на территории биотопов аг. Гервяты за полевой сезон 2022–2023 гг.

В видовом соотношении преобладает семейство: Nymphalidae (Нимфалиды), насчитывающее 13 видов из 26 обнаруженных (или 50 % от общего числа). Немногим меньше представлено семейство Satyridae (Бархатницы) (6 видов, 23,1 %). Чешуекрылые из семейств Pieridae (Белянки) представлены 5 видами (19,2 %) соответственно. А семейство Lycaenidae (Голубянки) насчитывает 2 вида (или 7,7 %).

За полевой сезон 2022 года на территории биотопов аг. Гервяты обнаружено 20 видов дневных чешуекрылых, относящихся к 5 семействам и 16 родам. Самым богатым в родовом соотношении за 2 полевых сезона оказалось семейство Nymphalidae (Нимфалиды), представленное 7 родами (44 % от общего числа за 2022 г.) и 9 родами (45 % от общего числа за 2023 г.) соответственно.

Семейство Satyridae (Бархатницы) представлено наибольшим числом (6 родов, или 30 %) за 2022 г., в то время как в полевой сезон 2023 г. из данного семейства отмечено лишь 3 рода, или 19 %. По количеству родов среди семейства Pieridae (Белянки) за 2 полевых сезона нет различий (по 3 рода соответственно).

Наименьшее число родов обнаружено среди семейства Lycaenidae (Голубянки) (по 2 рода соответственно). Представитель семейства Papilionidae (Парусники) (*Papilio machaon* (Linnaeus, 1758) – махаон) зарегистрирован только в полевой сезон 2022 г. на ПП1 (лесная вырубка). Махаон по типу питания является монофагом, тяготеет к лесным опушкам и полянам и принадлежит к поливольтинной фенологической группе.

Обнаружены такие широко распространенные виды чешуекрылых как капустная белянка (*Pieris brassicae* (Linnaeus, 1758)), угольница с-белое (*Polygonia c – album* (Linnaeus 1758)), адмирал (*Vanessa atalanta* (Linnaeus, 1758)), воловий глаз (*Maniola jurtina* (Linnaeus, 1758)), крушинница (*Gonepteryx rhamni* (L., 1758)), крапивница (*Aglais urticae* (Linnaeus, 1758)), павлиний глаз (*Aglais io* (Linnaeus, 1758)).

Всего в Беларуси отмечено около 250 видов [5] булавоусых чешуекрылых. Собранные 26 видов на территории Островецкого района, составляет 10,4 % от видового разнообразия чешуекрылых Беларуси и объединены в надсемейство Булавоусые, или Дневные (Papilionoidea = Hesperioidea, Hedyloidea).

Заключение. В результате проведенных исследований, на территории 3 биотопов аг. Гервяты (Островецкий район) за полевой сезон 2023 г. установлено наибольшее разнообразие дневных чешуекрылых: 26 видов из 4 семейств и 20 родов. Самым богатым в видовом и родом соотношении за 2 полевых сезона оказалось семейство *Nymphalidae* (Нимфалиды). Наименьшее же число родов и видов обнаружено среди семейства *Lycaenidae* (Голубянки). Полученные данные могут быть использованы при составлении кадастра животного мира Беларуси.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Суцев, Д. В. Дневные чешуекрылые на урбанизированной территории / Д. В. Суцев // Известия Южного Федерального университета. – Экология. – 2004. – С. 220–222.

2. Гордеев, С. Ю. Дневные чешуекрылые (Lepidoptera, Hesperioidea, Papilionoidea) Верхнеамурского Среднегорья): автореферат дис. ... канд. биологич. наук: 03.00.09 / С. Ю. Гордеев. – Новосибирск, 2006. – 28 с.

3. Гудойтите, Д. В. Экологическая структура комплекса дневных чешуекрылых агрогородка Гервяты (Островецкий район) / Д. В. Гудойтите, Е. И. Гляковская // Актуальные проблемы экологии – 2023: сб. науч. ст. / ГрГУ им. Янки Купалы; редкол.: Н. З. Башун (гл. ред.) [и др.]. – Гродно : ГрГУ, 2023. – С. 95–97.

4. Чешуекрылые (Lepidoptera) Беларуси [Электронный ресурс]. – 2005. – Режим доступа: <http://www.fauarby.info/animals/otryad-babochki-lipidoptera>. – Дата доступа: 20.09.2023.

5. Насекомые Беларуси. Краткий обзор. Часть 3 [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа <https://wildlife.by/ecology/articles/>. – Дата доступа 04.09.2023.

К содержанию

А. П. ГУСЕВ, Е. И. КУЛЫБА

Гомель, ГГУ имени Ф. Скорины

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД И ПОЧВ МЕТОДОМ РЕЗИСТИВИМЕТРИИ

Целью наших исследований являлось изучение химического загрязнения поверхностных вод и почв с помощью метода резистивиметрии. Резистивиметрия – это определение минерализации воды или засоления почв по измеренному удельному электрическому сопротивлению.

Удельное электрическое сопротивление (ρ или УЭС) является важным параметром вещества, характеризующим его способность пропускать электрический ток при возникновении электрического поля (измеряется в Ом·м). Удельное электрическое сопротивление обратно пропорционально удельной электрической проводимости ($\rho=1/\sigma$). Удельное электрическое сопротивление горных пород зависит от нескольких факторов: удельного электрического сопротивления породообразующих минералов; пористости (или трещиноватости); влагонасыщенности; удельного электрического сопротивления поровой влаги (которое в свою очередь зависит от содержания растворенных солей и температуры); глинистости [1, 2, 3].

Известно, что удельное электрическое сопротивление породы ($\rho_{п}$) прямо пропорционально удельному электрическому сопротивлению воды ($\rho_{в}$) в порах этой породы: $\rho_{п}=K_{п}\cdot\rho_{в}$, где $K_{п}$ – параметр пористости [2].

Резистивиметрия вод и почв активно используется в мониторинге агроэкосистем для решения различных задач: оценка влияния дренажных систем (заболачивание, подтопление почв); оценка засоления почв; оценка химического загрязнения поверхностных и грунтовых вод. В случае изучения химического загрязнения наиболее эффективно использования геоэлектрических методов вместе с наземной фитоиндикацией и дистанционной индикацией по вегетационным индексам, определяемым на основе многозональной космической съемки [4, 5].

В ходе наших исследований для определения минерализации вод использован портативный резистивиметр, измеряющий удельную электрическую проводимость (в См/см) и соответствующую ей минерализацию воды (в мг/дм³). Для оценки загрязнения почв и грунтов использован портативный резистивиметр (Soil EC-meter), измеряющий проводимость в См/см. Для удобства сопоставления с данными других геоэлектрических исследований [4, 5] значения удельной электрической проводимости переводились в значения удельного электрического сопротивления (в Ом·м).

Измерение электрического сопротивления почв может проводиться как непосредственно в поле (на разных глубинах, в том числе в шурфах), так и в лабораторных условиях. Для лабораторных исследований отбираются пробы почв и грунтов. Из проб почв и грунтов изготавливаются водные вытяжки и пасты. В полевых условиях может быть использован метод определения электрического сопротивления по горизонтам почвенного профиля, вскрытом в шурфе [3].

Рассмотрим пример использования резистивиметрического метода при изучении загрязнения поверхностных вод и почв в зоне влияния экологически опасного объекта.

Источник загрязнения – склад серы, находящийся на промышленной площадке крупного предприятия по производству минеральных удобрений. Влияние загрязнения на растительный покров четко фиксируется визуально. Выделены три зоны: участок, полностью лишенный растительного покрова; участок с мозаичным тростниково-березовым фитоценозом; фоновая экосистема (мелколиственный лес). Для изучения загрязнения почв проводились резистивиметрические исследования поверхностных вод и почв по двум профилям: северный профиль – территория, непосредственно примыкающая к промышленной площадке предприятия (в центре профиля – зона влияния, лишенная растительного покрова); южный профиль – территории, отделенная от зоны влияния насыпью железной дороги (фоновая экосистема).

Результаты измерения сопротивления почв (на глубине 5–10 см) показаны на рисунке 1.

Видно, что на южном профиле сопротивление почв составляет 100–1000 Ом·м (что соответствует песчаными почвам в условиях низкой влажности). В зоне влияния предприятия сопротивление почв, как правило, ниже 100 Ом·м. Вблизи склада серы почвы характеризуются очень низким сопротивлением (менее 10 Ом·м). На южном профиле среднее значение электрического сопротивления составило 720 Ом·м. В зоне влияния склада серы – 4,0 Ом·м.

Результаты изучения с помощью резистивиметрии минерализации поверхностных вод (канавы, лужи) по вышеуказанным профилям показаны на рисунке 2. На южном профиле минерализация поверхностных вод составляла 140–967 мг/дм³ (среднее значение – 486,6 мг/дм³). Наибольшие значения (более 700 мг/дм³) имели место напротив источника загрязнения. На других участках профиля – менее 300 мг/дм³ (удельное электрическое сопротивление 17,1–34,5 Ом·м). Данный факт указывает на то, что здесь загрязнение в поверхностных водах от источника проникло за железнодорожную насыпь.

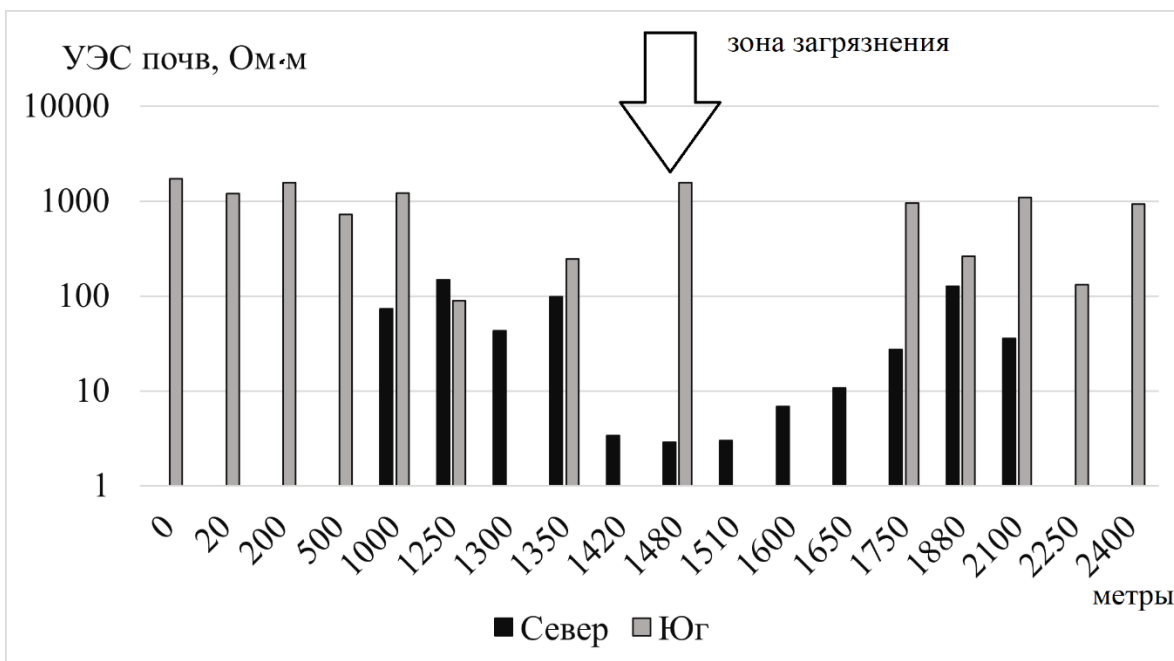


Рисунок 1 – Изменение удельного электрического сопротивления почв в зоне влияния техногенного объекта

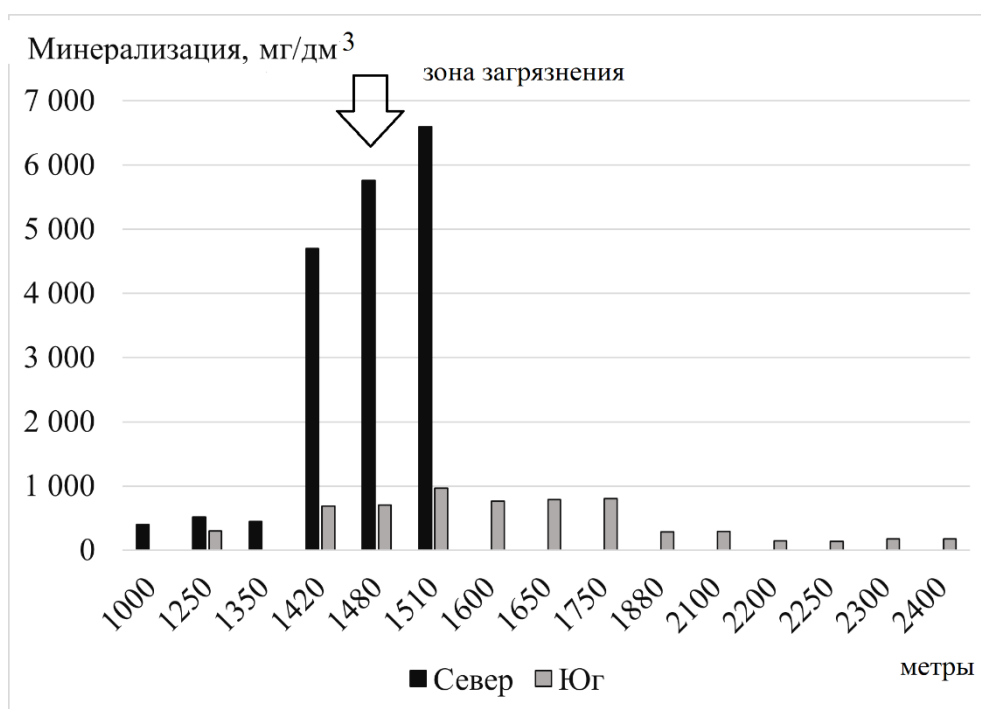


Рисунок 2 – Изменение минерализации поверхностных вод (по данным резистивиметрии) в зоне влияния техногенного объекта

На северном профиле в лужах вблизи источника минерализация составляла 4,7–10,0 г/дм³ (среднее значение – 6,7 г/дм³), что соответствует электрическому сопротивлению менее 1 Ом·м.

Таким образом, резистивиметрия поверхностных вод подтвердила выводы по результатам изучения электрического сопротивления почв. Аномалии крайне низкого сопротивления вод и почв пространственно совпадают и приурочены к зоне влияния склада серы.

Работа выполнена при поддержке БРФФИ (проект № X23КИ-022).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Оценка засоления почв и грунтовых вод методами электрического сопротивления: учебное пособие. – Астрахань : Издательский дом «Астраханский университет», 2013. – 71 с.

2. Огильви, А. А. Основы инженерной геофизики / А. А. Огильви. – М. : Недра, 1990. – 501 с.

3. Поздняков, А. И. Электрогеофизика почв / А. И. Поздняков, А. Д. Позднякова. – М. : МГУ, 2004. – 54 с.

4. Гусев, А. П. Комплексирование космической съемки и геоэлектрических методов при диагностике химического загрязнения геологической среды / А. П. Гусев // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология. – 2023. – № 3. – С. 133–140.

5. Гусев, А. П. Комплексирование фитоиндикации и геоэлектрического метода для оценки загрязнения геологической среды, А. П. Гусев // Вектор ГеоНаук. – 2022. – Т. 5. – № 1. – С. 74–82.

К содержанию

УДК 504.054; 631.45; 631.61

А. С. ДОМАСЬ, М. О. КАЙДАЛОВА

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГУМИНОВОГО ПРЕПАРАТА ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ФИТОТОКСИЧНОСТИ ПОЧВЫ, ЗАГРЯЗНЕННОЙ СВИНЦОМ

Актуальность. Урбанизация территорий оказывает прямое негативное влияние на экологическое состояние окружающей среды. Увеличение плотности населения, развитие промышленности является способствует увеличению образования загрязняющих веществ и отходов, что увеличивает вероятность повышенного воздействия загрязняющих веществ на экосистему в целом и на отдельные ее компоненты в частности. В том числе токсическому воздействию подвергается и почвенный покров, что приводит к его деградации и невозможности к дальнейшему использованию. Поиск вариантов снижения токсичности загрязненных почв, несомненно, является актуальной задачей современного общества.

Материалы и методы. В качестве исходной почвы использовали почву культурного агрозема рыхлопесчаного гранулометрического состава. В качестве загрязнителя применяли свинцовую золу (5 % по массе). Тест-культура – *Lepidium sativum* L. В качестве гуминового препарата применялся «Биогумус универсальный», разведенный в концентрации 0,8 мл на литр воды, согласно инструкции к препарату.

Схема опыта: *K* – чистая почва; *Pb* – загрязненная почва; *Pb+1/2 БГ* – загрязненная почва, обработанная 50 мл готового раствора биогумуса ($\frac{1}{2}$ от рекомендуемой дозы); *Pb+БГ* – загрязненная почва, обработанная 100 мл готового раствора биогумуса (рекомендуемая доза); *Pb+2 БГ* – загрязненная почва, обработанная 200 мл готового раствора (двойная доза).

В горшки с заранее подготовленной почвой высевалось по 30 семян тест культуры. Повторность опыта 3-кратная. Энергию прорастания определяли на 3 сутки эксперимента, всхожесть и морфометрические показатели – на 7 сутки.

Результаты и их обсуждение. Применение свинцовой золы снижало показатель всхожести всего на 7,1 %, тогда как на показатель энергии прорастания это и вовсе оказывало стимулирующий эффект – +11,1 %.

Применение гуминового препарата в условиях свинцового загрязнения в целом оказывало весьма неоднозначное влияние на показатели посевных качеств семян кресс-салата. Так, если применение уменьшенной и увеличенной дозы биогумуса способствовало увеличению количества проросших на 3-й день семян кресс-салата (+22,2 % в каждом из вариантов относительно загрязненного контроля), то влияние исходной концентрации, наоборот, способствовало ингибированию прорастания данной культуры. Так, на 3-й день опыта доля нормально проросших семян кресс-салата снижалась относительно чистого контроля на -5,56 % (рисунок 1). Таким образом, снижение относительно загрязненного варианта было еще более выраженным – -16,67 %. Анализ применения гуминового препарата относительно показателя всхожести выявил его слабую положительную роль. Так, использование $\frac{1}{2}$ и удвоенной дозы биогумуса способствовало двукратному росту показателя всхожести относительно загрязненного контроля, где он повышался с -7,14 % до -3,57 % в обоих вариантах.

Использование же исходной концентрации Биогумуса в условиях свинцового загрязнения существенно снижало способность семян тест-культуры прорасти (-32,1 %), т.е. влияние свинцового загрязнения при данной концентрации препарата, наоборот, усугублялось – -25 % относительно загрязненного контроля.

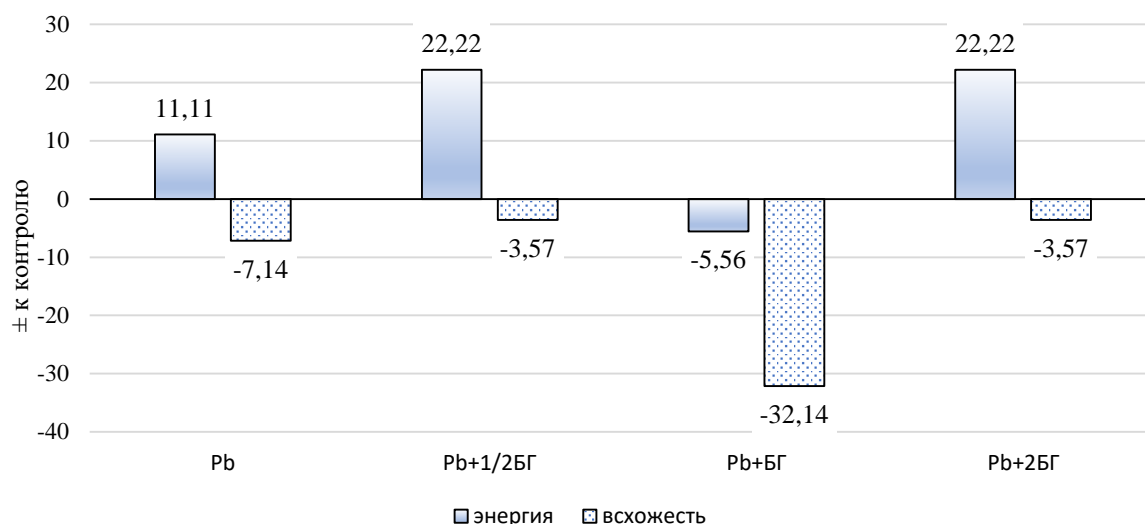


Рисунок 1 – Изменение посевных качеств семян тест-культуры в условиях свинцового загрязнения под влиянием различных доз Биогумуса

Отклик тест-культуры на воздействие гуминового препарата в отношении морфометрических показателей в условиях свинцового загрязнения был слабым (рисунок 2). Так, например, использование исходной дозы препарата практически не оказывало влияния на показатель длины проростков кресс-салата в условиях свинцового загрязнения (-0,84 %). Несколько более выраженное и также негативное влияние выявлено нами и при использовании более высокой концентрации биогумуса – -2,71 % относительно загрязненного контроля. При этом применение пониженной дозы гуминового препарата способствовало уже появлению положительного эффекта в отношении длины проростков. Так, в данном варианте длина проростков относительно загрязненного варианта незначительно, но в целом увеличивалась на 5,05 %.

Свинцовое загрязнение оказывало наиболее выраженный негативный эффект относительно массы проростков тест-культуры. Снижение данного показателя составило 55,33 % относительно чистого контроля. Следует отметить, что применение гуминового препарата в качестве почвенного мелиоранта в условиях свинцового загрязнения почв не оказывало положительного влияния. В целом указанный параметр тест-культуры очень незначительно отзывался на применение данного биологически активного вещества. Так, наиболее выраженное воздействие отмечено нами при применении препарата в исходной и двойной концентрации, и это воздействие носило негативный характер – -3,19 % и -3,96 % относительно загрязненного контроля (рисунок 2). Применение гуминового препарата в пониженной концентрации также усугубляло действие свинцового загрязнения относительно массы проростков, однако это воздействие было незначительным – -0,12 % соответственно.

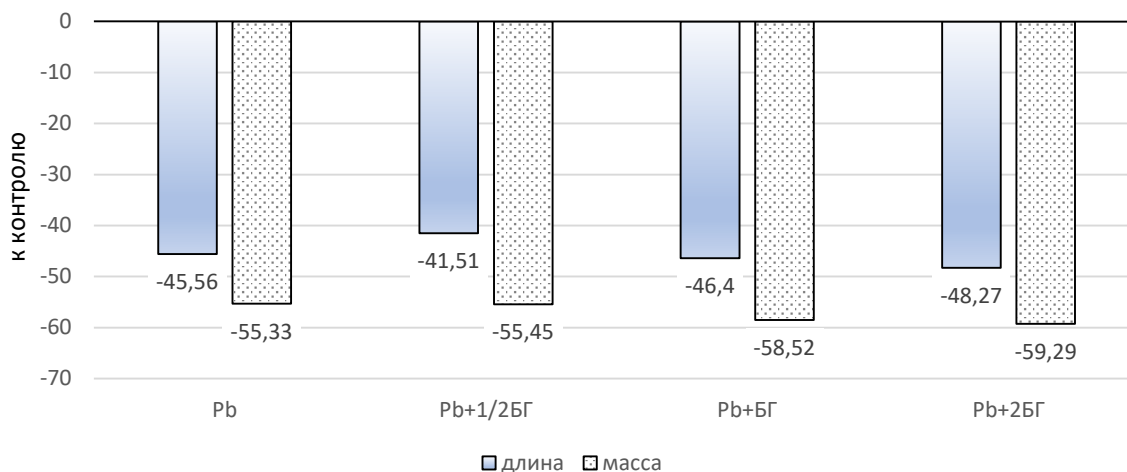


Рисунок 2 – Изменение морфометрических параметров проростков тест-культуры в условиях свинцового загрязнения под влиянием различных доз Биогумуса

Тем не менее положительный эффект от использования препарата «Биогумус» нами был выявлен в вариантах с ½ и увеличенной дозой препарата. Однако наиболее целесообразным нам видится применение данного биологически активного вещества в половинной дозе ввиду более высокого результата и снижения экономических затрат (таблица 1).

Таблица 1 – Суммарный показатель отклика тест-культуры на внесение в почву биогумуса в условиях свинцового загрязнения, ± к загрязненному контролю

Доза гуминовоег препарата	Энергия прорастания	Всхожесть	Длина проростков	Масса проростков	Сумма по вариантам
½ БГ	11,11	3,57	4,15	-0,12	18,71
БГ	-16,67	-25	-0,84	-3,19	-45,7
2 БГ	11,11	3,57	-2,71	-3,98	7,99

Выводы. Параметры тест-культуры показали слабую отзывчивость на использование гуминового препарата в присутствии ионов свинца в почве. При этом следует отметить суммарное положительное влияние от внесения ½ дозы биогумуса.

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

К содержанию

А. С. ДОМАСЬ, Я. И. ШТОП
Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

**ОСОБЕННОСТИ ЦЕЛЛЮЛОЗОЛИТИЧЕСКОЙ
СПОСОБНОСТИ ПОЧВ РЕКРЕАЦИОННЫХ ТЕРРИТОРИЙ
(НА ПРИМЕРЕ ПАРКА «ВОИНОВ-ИНТЕРНАЦИОНАЛИСТОВ»
В Г. БРЕСТЕ)**

Актуальность. Целлюлозолитическая способность почвы является одним из важнейших показателей биологической активности почвы и ее нормального функционирования. Данный показатель, свидетельствуя о темпах превращения растительных остатков в почве, позволяет получать информацию о превращении лабильной фракции органического вещества, а также учитывать концилиационное влияние антропогенной среды, раскрывая специфику функционирования микробиоты в пространстве и во времени.

Нормальное функционирование почв рекреационных территорий обеспечивает более высокий рекреационный потенциал территории.

Материалы и методы исследований. Отбор почвенных образцов производился в 2021 г. на территории парка «Воинов-интернационалистов» в различных фитоценозах: сосновом, березовом и луговом. Смешанный образец составлялся из 5 точечных проб, взятых на глубину 0–20. Всего для исследования были отобраны 5 смешанных почвенных образцов. В качестве контроля был использован почвенный образец культурного агрозема. Определение интенсивности разложения целлюлозы проводили аппликационным методом [1]. Реакция почвенной среды устанавливалась стандартным потенциометрическим методом (ГОСТ 26483-85).

Результаты и их обсуждение. В целом целлюлозолитическая способность почв исследованной рекреационной территории была очень слабой. Среднее значение убыли целлюлозы за время экспозиции – 18,72 %, что составило всего 23,37 % от значений, полученных в контроле. При этом значения данного показателя характеризовались очень сильным варьированием – коэффициент вариации составил 72 %, что указывает на неоднородность условий, в которых развиваются данные почвы.

Наименьшее значение изучаемого показателя биологической активности как раз и было выявлено в почвенном образце тропинки (ГП-4) – 7,78 % (рисунок 1). Данная тропинка располагалась в хвойном фитоценозе (ГП-5) и обладала одним из наиболее низких значений кислотности почв – pH 4,49. Интенсивность разложения целлюлозы в почве данного фитоценоза, не подвергшейся переуплотнению, возростала практически в два раза до 14,26 %.

Исследования, проведенные в схожих условиях в пределах другого фитоценоза, показали аналогичные результаты – целлюлозолитическая способность почв на тропинке (ГП-6) составила 29,7 %, тогда как в условиях отсутствия интенсивного вытаптывания (ГП-7) – 44,1 %. Таким образом, переуплотнение почв приводило почти к двукратному снижению способности почв к разложению целлюлозы.

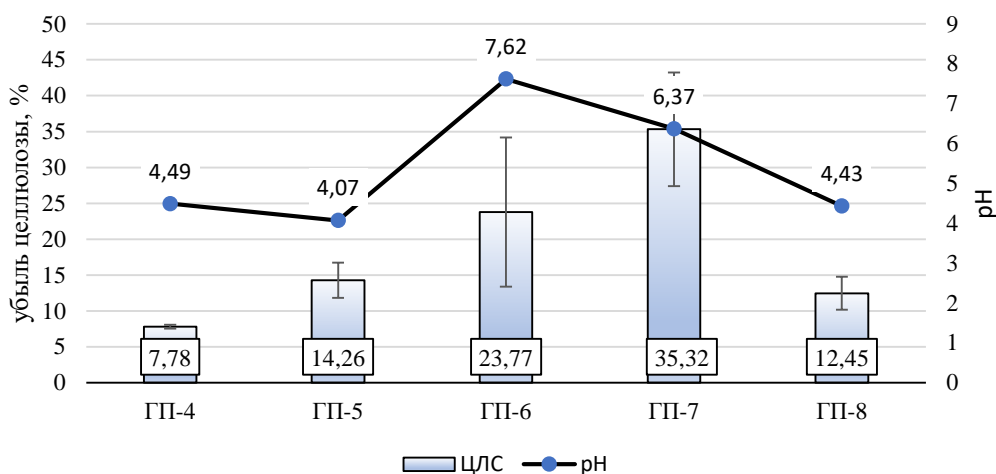


Рисунок 1 – Интенсивность разложения целлюлозы

Анализ полученных данных показывает, что на биологическую активность изучаемых почв оказывает влияние и характер растительности. Наличие хвойных пород в составе древостоя (ГП-5) оказывало преимущественно негативное влияние на показатель интенсивности разложения целлюлозы (рисунок 1), что может объясняться химическим составом хвойного опада, при трансформации которого происходит образование большого количества органических кислот, подкисляющих почвенный раствор и угнетающе действуя на развитие микробиологического комплекса почв. Разрушение целлюлозы в таких условиях ведется преимущественно менее продуктивной грибной микрофлорой. Наиболее же благоприятные условия для трансформации органического вещества сложились в условиях лугового фитоценоза с преобладанием злаковой растительности (ГП-7), где характер опада благоприятствовал развитию целлюлозоразрушающей микробиоты. Следует отметить, что между целлюлозолитической способностью почв данной рекреации и реакцией почвенной среды существует довольно прочная связь – коэффициент корреляции здесь составил 0,73.

Обращает на себя внимание низкая интенсивность разложения органического вещества в почвенном образце, характеризующем участок парка, расположенный в условиях насаждений березы. Так, здесь выявлена наиболее низкая убыль массы льняной пластинки среди неуплотненных почв –

12,45 %. При этом, несмотря на благоприятный состав опада, данный показатель был почти в два раза ниже аналогичного показателя в условиях тропинки в луговом фитоценозе (ГП-6), а также ниже значения в хвойном фитоценозе (ГП-5). По нашему мнению, данный результат является следствием действия комплекса факторов. Во-первых, это сильноокислая реакция почвенного раствора (рН 4,43), а во-вторых – расположение относительно крупной автомобильной дороги с интенсивным автомобильным движением (рисунок 2). Следовательно, данный участок парка «Воинов-интернационалистов» испытывает более интенсивное техногенное воздействие, что также вносит свой вклад в активность почвенного микробиологического комплекса.

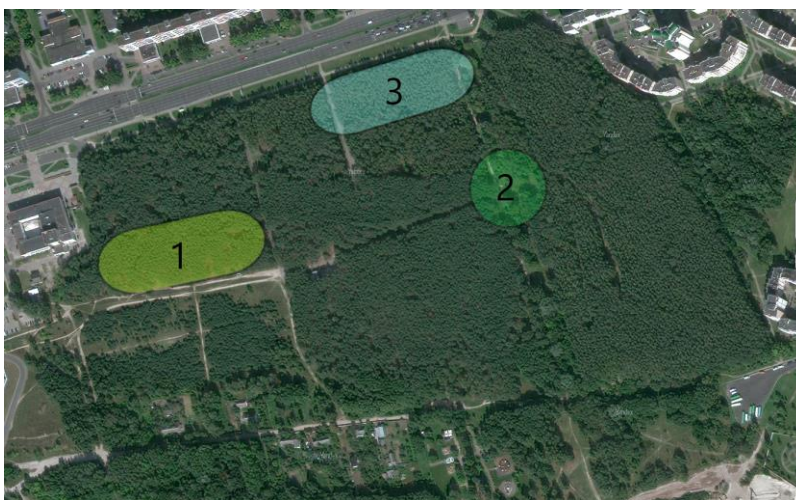


Рисунок 2 – Места отбора почвенных образцов
1 – хвойный фитоценоз, 2 – луговой фитоценоз, 3 – березовый фитоценоз

Таким образом, снижение целлюлозолитической способности почв парка «Воинов-интернационалистов» преимущественно определяется более кислой реакцией почвенной среды. Переуплотнение почвенного покрова также приводит к значительному снижению активности почвенного целлюлозоразрушающего комплекса.

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

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методы почвенной микробиологии и биохимии / под ред. Д. Г. Звягинцева. – М. : Изд-во МГУ, 1991. – 304 с.
2. Звягинцев, Д. Г. Биологическая активность почв и шкалы для оценки некоторых ее показателей / Д. Г. Звягинцев // Почвоведение. – 1978. – № 6. – С. 48–54.

К содержанию

К. С. ЖЛОБА, Е. И. ГЛЯКОВСКАЯ

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

**МАЛАКОФАУНА НАЗЕМНЫХ БРЮХОНОГИХ
МОЛЛЮСКОВ В УРБОЛАНДШАФТАХ Г. ГРОДНО И
Г. СВЕТЛОГОРСКА**

Актуальность. Наземные моллюски широко распространены и играют существенную роль в экосистемах. Являясь одной из самых многочисленных групп беспозвоночных, населяющих почву, подстилку и траву, они поглощают и конденсируют влагу из окружающей среды, разлагают органические вещества, вступают в симбиотические отношения с микроорганизмами, накапливают различные минеральные вещества и химические элементы [1, с. 217]. Но, до настоящего времени видовой состав наземных моллюсков на территории Беларуси остаётся недостаточно изученным.

Материалы и методы. Исследование фауны наземных моллюсков осуществляли в полевой сезон 2021 и 2022 гг. Для сбора материала выбрали примерно однотипные урболандшафты в городах Гродно и Светлогорск. Использовали ручной сбор моллюсков, осматривая заросли кустарников, подстилку, отдельные травянистые растения и конструкции (заборы, фундаменты здания и т. д.).

Результаты исследований. По итогам проведенных исследований, с мая по август, 2021–2022 гг. выявлено 13 видов наземных брюхоногих моллюсков (Gastropoda: Stylommatophora), относящихся к 9 родам и 6 семействам. Семейство Agriolimacidae представлено 4 видами: *Deroceras leave* (O.F. Müller, 1774), *Deroceras reticulatum*, (O.F. Müller, 1774), *Deroceras agreste* (Linnaeus, 1758), *Krynickyllus melanocephalus* (Kaleniczenko, 1851); семейство Arionidae 2 видами: *Arion lusitanicus* (Mabille, 1868), *Arion subfuscus* (O.F. Müller, 1774); семейство Helicidae 4 видами – *Arianta arbustorum* (Linnaeus, 1758), *Cepaea hortensis* (O.F. Müller, 1774), *Cepaea nemoralis* (Linnaeus, 1758), *Helix pomatia* (Linnaeus, 1758); семейство Hygromiidae 1 видом – *Xerolenta obvia* (Menke, 1828); семейство Limacidae 1 видом – *Limax maximus* (Linnaeus, 1758); семейство Succineidae 1 видом – *Succinea putris* (Linnaeus, 1758) [2, с. 57].

Степень постоянства видов определяли по методу Тишлера. Согласно этому методу, виды делятся на 5 категорий: абсолютно постоянный вид (встречается во всех биотопах); постоянный вид (встречается в 80 % изучаемых биотопов); относительно постоянный (в 60 %); добавочный (в 40 %) и случайный (в 20 %).

Анализ степени постоянства видов показал наличие 2 абсолютно постоянных видов (*Helix pomatia* и *Cepaea hortensis*), отмеченных на всех 6 исследованных урболандшафтах (таблица 1).

Таблица 1 – Показатели степени постоянства видов наземных брюхоногих моллюсков для изучаемых урболандшафтов по Тишлеру

Вид	Количество урбо-ландшафтов с данным видом	Процент встречаемости (%)	Степень постоянства
<i>Arianta arbustorum</i>	4	67	Относительно постоянный вид
<i>Arion lusitanicus</i>	1	17	Случайный вид
<i>Arion subfuscus</i>	1	17	Случайный вид
<i>Cepaea hortensis</i>	6	100	Абсолютно постоянный вид
<i>Cepaea nemoralis</i>	5	83	Постоянный вид
<i>Deroceras agreste</i>	1	17	Случайный вид
<i>Deroceras laeve</i>	2	33	Добавочный вид
<i>Deroceras reticulatum</i>	3	50	Относительно постоянный вид
<i>Helix pomatia</i>	6	100	Абсолютный постоянный вид
<i>Krynockillus melanocephalus</i>	1	17	Случайный вид
<i>Xerolenta obvia</i>	1	17	Случайный вид
<i>Limax maximus</i>	2	33	Добавочный вид
<i>Succinea putris</i>	2	33	Добавочный вид

Постоянным видом оказалась лесная улитка (*C. nemoralis*). Относительно постоянными видами оказались древесная улитка (*A. arbustorum*) и слизень сетчатый (*D. reticulatum*). Виды: слизень большой (*L. maximus*), слизень гладкий (*D. laeve*) и янтарка тусклая (*S. putris*) обнаружены в 2 урболандшафтах и оказались добавочными. Остальные пять видов – испанский слизень (*A. lusitanicus*), кавказский черноголовый слизень (*K. melanocephalus*), степная улитка (*X. obvia*), слизень буроватый (*A. subfuscus*) и слизень полевой (*D. agreste*) встречаются только в одном из исследуемых урболандшафтов, а потому являются случайными.

Заключение. По результатам исследований, на территории 6 урбо-ландшафтов г. Гродно и Светлогорска выявлено 13 видов наземных моллюсков. Анализ степени постоянства видов по Тишлеру показал наличие всех 5 категорий видов с преобладанием случайных – ими оказались 5 видов из 13 отмеченных. Обнаружены 2 инвазивных вида слизней: (*A. lusitanicus*, *K. melanocephalus*) на территории г. Гродно.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Родевич, В. В. Эколого-фаунистический анализ наземных моллюсков г. Гродно (Беларусь) / В. В. Родевич, Т. С. Копысова // Зоологические чтения – 2015: материалы Республик. науч-практ. конф., Гродно, 22–24 апр. 2015 г. / под ред. О. В. Янчуревич [и др.]. – Гродно : ГрГУ, 2015. – С. 217–220.

2. Жлоба, К. С. Видовое разнообразие наземных брюхоногих моллюсков на территории г. Гродно и г. Светлогорска (Беларусь) / К. С. Жлоба, Е. И. Гляковская // Организмы, популяции и сообщества в трансформирующейся среде: сб. материалов XVII Междунар. науч. экологич. конф., Белгород, 22–24 нояб. 2022 г. – Белгород : НИУ «БелГУ», 2022. – С. 56–58.

К содержанию

УДК 574.583

М. Д. ЖУРАВЛЁВ

Минск, ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам»

ВЕРТИКАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗООПЛАНКТОНА В ДВУХ САМЫХ ГЛУБОКИХ ОЗЕРАХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Озерные экосистемы играют важную роль в поддержании экологического баланса и предоставлении пространства для проживания огромного количества организмов. Вертикальное распределение зоопланктона в водных экосистемах отражает сложную структуру этого сообщества и является одним из ключевых аспектов исследования биоразнообразия и экологии озерных экосистем. Планктонные организмы, состоящий из микроскопических животных, таких как коловратки, инфузории и ракообразные, является незаменимым компонентом пищевой сети и участвует во многих экологических процессах озерных систем.

Беларусь, с ее многообразием водных ресурсов, представляет уникальную возможность для изучения структуры зоопланктона озер с разным трофическим статусом и анализа взаимосвязей между разными группами зо-

опланктона в условиях, создаваемых в этих озерах. Озера Ричи и Долгое характеризуются максимальными глубинами для озер Беларуси, что делает их особо интересными объектами изучения. Понимание вертикального распределения зоопланктона в озерах Ричи и Долгое имеет важное значение не только для фундаментальной науки, но и для разработки эффективной стратегии охраны и управления этими уникальными природными ресурсами.

Целью данной работы является исследование вертикального распределения зоопланктона в двух самых глубоких озерах Республики Беларусь – оз. Ричи и оз. Долгое.

Озера Долгое и Ричи обследованы в конце июля 2022 года в полдень на станциях с максимальной глубиной, для оз. Долгое – 48 метров, а для Ричи – 47 метров. Сборы зоопланктона произведены фракционно через метром входного отверстия 25 см и ячеей фильтрующего конуса 62 мкм. Отобранные пробы сгущали до объема 250 см³.

Величина средней глубины расположения (D) рассчитывалась как среднее геометрическое по формуле:

$$D = \frac{\sum (N_i * d_i + N_n * d_n)}{\sum N_{i-n}},$$

где N – численность на определенной глубине; d – глубина лова.

Во время наблюдений прозрачность в обоих озерах была приблизительно одинаковой - около пяти метров. Распределение температуры по глубинам имело похожие профили (рисунок 1). Поверхностная температура и зоне эпилимниона была немного больше 20-ти градусов. Зона металимниона начиналась примерно на 5-ти метрах и заканчивалась на 15-ти, далее шло постепенное уменьшение температуры в гиполимнионе ко дну от 8 до 5°C.

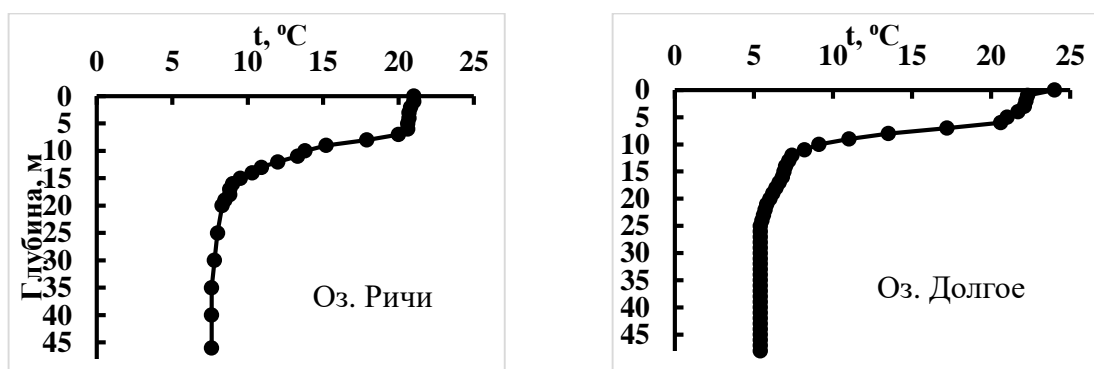


Рисунок 1 – Распределение температуры (°C) по глубине

Распределение содержания кислорода в данных озерах имеет разные профили (рисунок 2), хотя имеется некоторое сходство, в обоих озерах существует максимум на глубине 4 метра примерно 10,5 мг/л обусловленный интенсивной выработкой кислорода приповерхностными организмами фитопланктона. Снижение в металимнионе свидетельствует о происходящих в

толще воды процессах разложения органического вещества, продуцируемого в приповерхностных слоях воды, которое в процессе окисления снижает содержание кислорода [4]. В озере Долгое в конце металимниона наблюдается пик максимальной концентрации кислорода, который наблюдается уже не первый год, вероятно, это особенность этого озера.

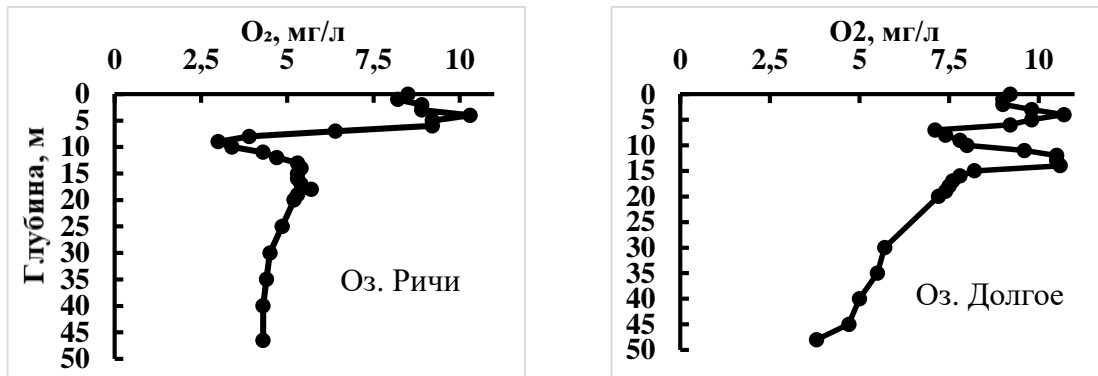


Рисунок 2 – Распределение концентрации кислорода (O₂, мг/л) по глубине

Видовой состав данных озер насчитывает около 30-ти видов. Из редких видов встречается реликтовый холодолюбивый вид *Limnocalanus* планктона приблизительно одинаковое и составило: Rotifera – 45 %; Copepoda – 25 %; Cladocera – 30 %. Средняя численность животных в столбе

В общей численности максимум плотности, около 50% наблюдался в двух озерах в приповерхностной зоне, далее идет постепенный спад с небольшим увеличением плотности у дна, обусловленный холодолюбивыми видами (рисунок 3). Средняя глубина нахождения зоопланктона отличалась незначительно: в оз. Ричи 12,14 м., в оз. Долгое 13,25 м.

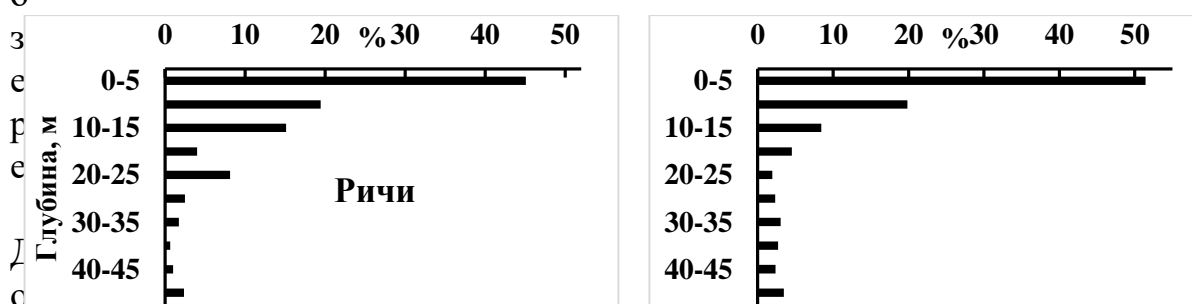


Рисунок 3 – Распределение общей численности (%) зоопланктона

Распределение отдельных групп зоопланктона в оз. Ричи и оз. Долгое имеет различия. Пространственная структура коловраток (Rotifera) в озере Ричи схоже с общим распределением с максимумом 58,9 % в приповерх-

б
ы
л
а

8

ностных слоях, в оз. (рисунок 4) Долгое пик численности находится на глубине 15–20 м с последующим уменьшением ко дну. Средняя глубина нахождения коловраток в оз. Ричи 9,8 м, в оз. Долгое 15,9 м.

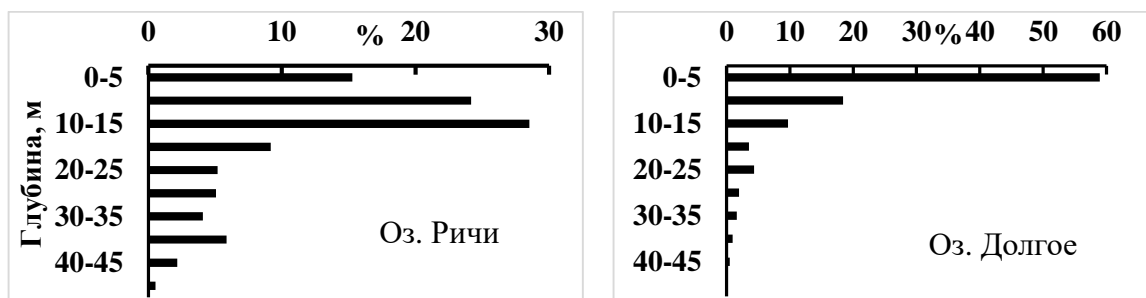


Рисунок 4 – Распределение численности (%) коловраток

Основная часть копепод располагалась в эпи- и металимнионе с максимумом в 26,8 % в оз. Ричи и более 60 % в оз. Долгое. Пик в придонных слоях воды обоих озер обусловлен нахождением здесь основной части популяции холодолюбивого реликтового вида *Limnocalanus macrurus* Sars, 1863 (рисунок 5). Средняя глубина нахождения копепод в оз. Ричи

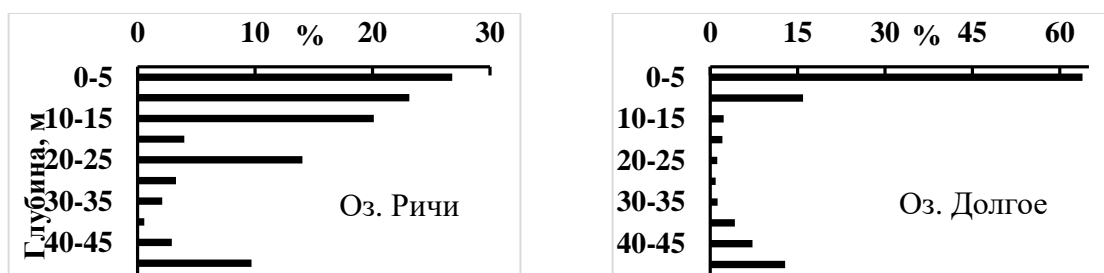


Рисунок 5 – Распределение численности (%) веслоногих рачков (Copepoda)

В оз. Ричи у кладоцера имеются два пика численности: в приповерхностном слое и на глубине 10–15 м с максимальной концентрацией 40,1 % и 25,1 %, соответственно, с последующим уменьшением плотности ко дну (рисунок 6). Для озера Долгое пространственная структура ветвистоусых ракообразных схоже с общим распределением. Средняя глубина нахождения кладоцер в оз. Ричи 13,46 м, в оз. Долгое 10,3 м.

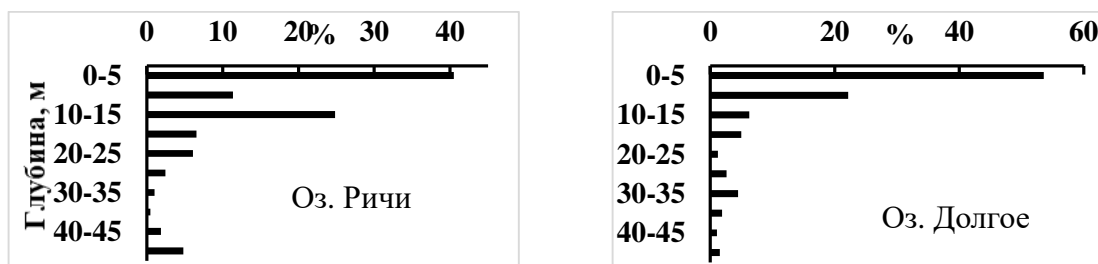


Рисунок 6 – Распределение численности (%) ветвистоусых

Таким образом, хотя оба озера имеют значительные и приблизительно одинаковые глубины, распределение зоопланктона в них имеет ряд общих черт и особенностей. В обоих случаях наблюдалась малая численность, характерная для мезотрофных озер. Характер общего распределения схожий – большинство организмов находятся в поверхностных слоях зоны эми- и металимниона. Однако, рассчитанные средние величины расположения основных групп отличаются, что обусловлено вертикальным распределением температуры и кислорода и, возможно, кормовым фитопланктоном.

Работа выполнена при поддержке БРФФИ, проект № Б23МС-001.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кутикова, Л. А. Коловратки фауны СССР / Л. А. Кутикова. – Л.: Наука, 1970. – 744 с.
2. Вежновец, В. В. Ракообразные (Cladocera, Copepoda) в водных экосистемах Беларуси. Каталог. Определительные таблицы / В. В. Вежновец. – Мн. Бел. Наука, 2005. – 150 с.

К содержанию

УДК 539.16.04:598.261.6:504.5(476.2)

Д. Н. ИВАНЦОВ

Хойники, Государственное природоохранное научно-исследовательское учреждение «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник»

МОЩНОСТЬ ДОЗЫ ВНУТРЕННЕГО И ВНЕШНЕГО ОБЛУЧЕНИЯ ТЕТЕРЕВА, ИЗЪЯТОГО НА ТЕРРИТОРИИ ПОЛЕССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

Техногенная катастрофа, произошедшая на Чернобыльской АЭС, явилась крупнейшей в истории ядерной энергетики и привела к масштабному загрязнению земель [1, 2]. Радиоактивное загрязнение и миграция источников ионизирующего излучения являются одним из наиболее сложно устранимых экологических факторов, которые могут оказывать негативное воздействие на биоту территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы.

На ранних стадиях катастрофы наибольшей радиобиологической значимостью обладали короткоживущие радионуклиды. На современном этапе

основными источниками радиоактивного загрязнения являются долгоживущие радионуклиды ^{90}Sr и ^{137}Cs влияющие на формирование доз облучения. [3]. Дозу ионизирующего излучения для выявления различных радиобиологических эффектов в первую очередь связывают с поглощенной дозой [4].

Исследования выполнялись на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника (ПГРЭЗ) (рисунок 1). Для расчета мощности доз облучения были использованы материалы 2009–2017 гг. [5, 6].

За период проведения работ установлена мощность доз облучения для 107 особей тетерева (*Lyrurus tetrix*). Для радиологических исследований отбиралось органы и ткани животных. Определение удельной активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в образцах проводили гамма-бета-спектрометрическим методом в лаборатории спектрометрии и радиохимии ПГРЭЗ. Относительная погрешность измерения удельной активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в образцах не превышала 30%. Расчет мощностей доз выполнялся согласно методикам [7, 8] с использованием расчетных дозовых коэффициентов.

Тетерев ведет оседлый образ жизни, круглогодично пребывая на территории, радиусом около 5 километров. В основном спектр кормов этого вида в холодное время представлен растительной пищей, собираемой птицами на деревьях и кустарниках, а в теплый период года – смешанной, животного-растительной, добываемой на земле.

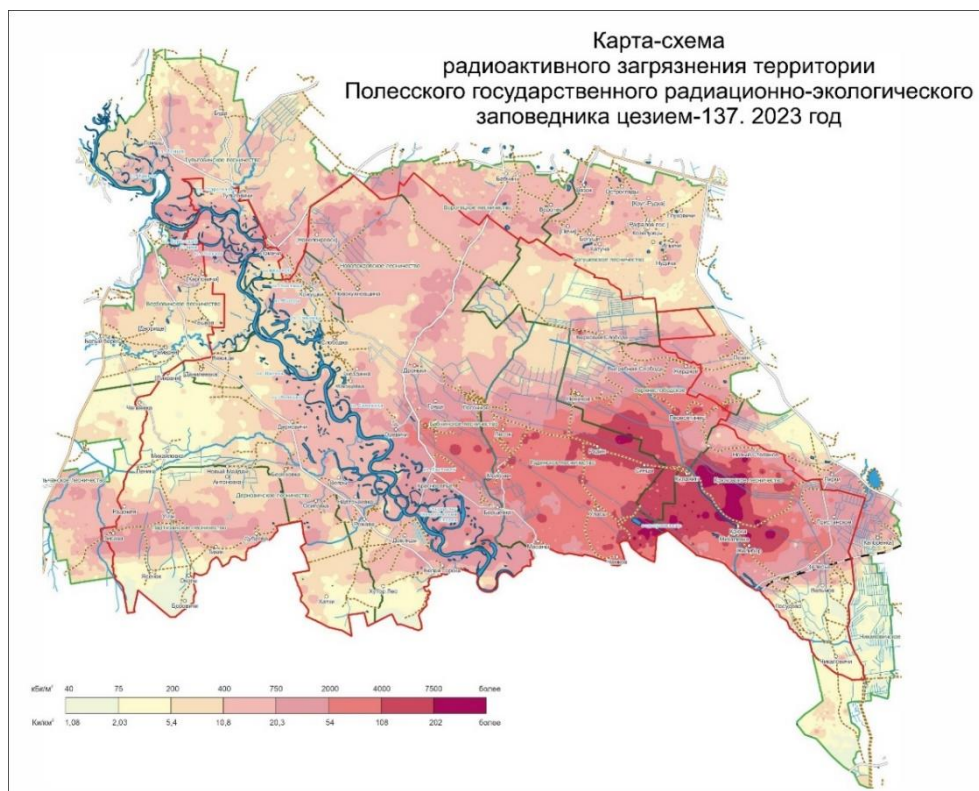


Рисунок 1 – Территория проведения исследований

Рассчитанные мощности доз внешнего облучения от ^{137}Cs и ^{90}Sr для тетеревов, обитающих в условиях заповедника, варьировали от 0,006 до 0,075 мГр/сут, в среднем составив $0,032 \pm 0,012$ мГр/сут (таблица 1).

Таблица 1 – Мощность дозы внешнего облучения тетеревов от ^{137}Cs и ^{90}Sr , мГр/сут

Место изъятия	МД внешнего облучения, мГр/сут		Суммарная МД внешнего облучения, мГр/сут
	^{137}Cs	^{90}Sr	
Бабчинское л-во	1,21E-02	2,17E-10	1,21E-02
Верхнеслободское л-во	6,98E-03	1,44E-10	6,98E-03
Воротецкое л-во	7,52E-02	3,61E-10	7,52E-02
Крюковское л-во	7,12E-02	5,64E-10	7,12E-02
Радинское л-во	7,02E-02	5,08E-10	7,02E-02
Оревичское л-во	9,91E-03	7,81E-11	9,91E-03
Новопокровское	5,80E-03	4,00E-11	5,80E-03

Средняя мощность поглощенной дозы внешнего облучения от радионуклидов ^{137}Cs в почве, у тетеревов составила $0,032 \pm 0,012$ мГр/сут, от ^{90}Sr $0,001 \pm 0,001$ мГр/сут. Основной вклад в формирование дозы внешнего облучения вносят радионуклиды ^{137}Cs – более 99 %. Величина поглощенной дозы внешнего облучения от радионуклидов ^{90}Sr составляет менее 1 %.

Уровень мощности поглощенной дозы внутреннего облучения у тетеревов, находился в пределах от 0,001 до 0,339 мГр/сут (таблица 2).

Таблица 2 – Мощность дозы внутреннего облучения тетеревов от ^{137}Cs и ^{90}Sr , мГр/сут

Место изъятия	МД внутреннего облучения, мГр/сут		Суммарная МД внутреннего облучения, мГр/сут
	^{137}Cs	^{90}Sr	
Бабчинское л-во	2,02E-02±1,87E-04	3,04E-03±1,03E-03	2,32E-02
Верхнеслободское л-во	2,34E-02±1,02E-02	6,55E-03±2,71E-03	2,99E-02
Воротецкое л-во	1,71E-02±3,89E-03	3,16E-03±8,92E-04	2,03E-02
Крюковское л-во	7,31E-02±3,07E-02	3,95E-03±6,96E-04	7,70E-02
Радинское л-во	3,85E-02±1,56E-02	2,15E-03±3,02E-04	4,07E-02
Оревичское л-во	1,34E-02±2,82E-03	2,34E-03±2,27E-04	1,58E-02
Новопокровское л-во	2,84E-02±6,63E-03	3,34E-03±1,97E-04	3,18E-02

Средний уровень мощности поглощенной дозы внутреннего облучения уследуемого вида птиц составляет $0,026 \pm 0,004$ мГр/сут от ^{137}Cs и $0,003 \pm 0,001$ мГр/сут от ^{90}Sr . Вклад в суммарную мощность дозы внутрен-

него облучения для радионуклидов ^{137}Cs в среднем составляет 89 %, для радионуклидов ^{90}Sr 11 %. Суммарная мощность дозы облучения от ^{137}Cs и ^{90}Sr тетеревов, добытых на территории заповедника, составила в среднем $0,061 \pm 0,004$ мГр/сут (рисунок 2).

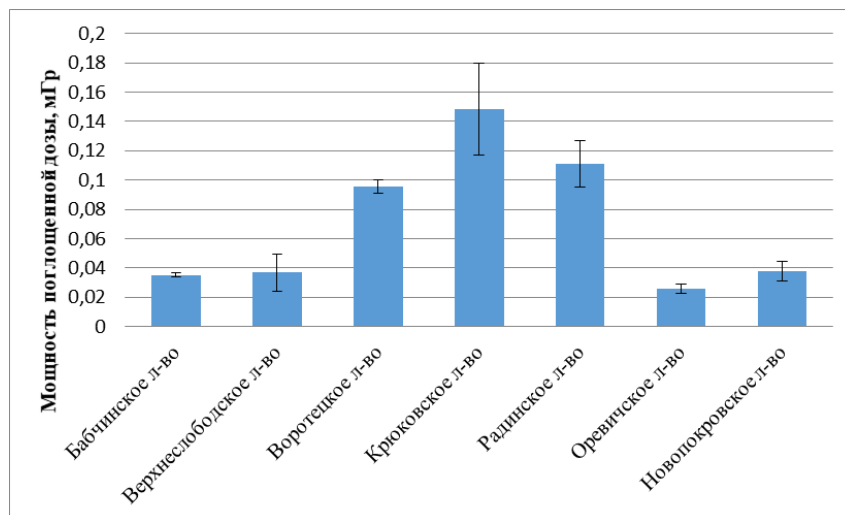


Рисунок 2 – Суммарная мощность дозы облучения тетеревов от ^{137}Cs и ^{90}Sr

Таким образом, средняя мощность поглощенной дозы внешнего облучения от радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr у тетеревов добытых на территории ПГРЭЗ составила $0,032 \pm 0,012$ мГр/сут, мощность внутреннего облучения составила $0,029 \pm 0,004$ мГр/сут. Усредненная оценка мощности поглощенной дозы облучения составила $0,061 \pm 0,005$ мГр/сут и на 95 % обусловлена радиоактивными изотопами ^{137}Cs .

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Радиоактивное загрязнение природных сред в зоне аварии на Чернобыльской АЭС / Ю.А. Израэль [и др.] // Метеорология и гидрология. – 1987. – № 2. С. 5–18.
2. Радиоактивное загрязнение территории Беларуси (в связи с аварией на ЧАЭС) / В.И. Парфенов [и др.]: под общ. ред. В.И. Парфенова, Б.И. Якушева. – Минск : Наука и техника, 1995. – 582 с.
3. 20 лет после Чернобыльской катастрофы: последствия в Республике Беларусь и их преодоление. Национальный доклад // Под ред. В.Е. Шевчука, В.Л. Гурачевского. – Минск : Комитет по проблемам последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС при Совете Министров Республики Беларусь, 2006. – 112 с.
4. Ярмоненко, С. П. Радиобиология человека и животных / С. П. Ярмоненко, А. А. Вайнсон. – М. : Высшая школа, 2004. – 549 с.

5. Юрко, В. В. Особенности накопления ^{137}Cs в мышцах птиц Полесского государственного радиационно-экологического заповедника / В.В. Юрко // Экосистемы и радиация: аспекты существования и развития. Сборник научн. трудов, посвященный 25-летию Полесского государственного радиационно-экологического заповедника / Под общ. ред. к.х.н. Ю. И. Бондаря, Минск, Институт радиологии. – Минск, 2013. – С. 355–361.

6. Иванцов, Д. Н. Накопление радионуклидов позвоночными животными на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника / Д. Н. Иванцов // Биологическое разнообразие животного мира Полесского государственного радиационно-экологического заповедника / М. Е. Никифоров [и др.] : под ред. акад. М.Е. Никифорова. – Минск : Беларуская навука, 2022. – Гл. 9. – С. 227–255.

7. Рекомендации «Оценка радиационно-экологического воздействия на объекты природной среды по данным мониторинга радиационной обстановки» Р 52.18.820-2015 утверждены Заместителем Руководителя Росгидромета 17 апреля 2015 г.

8. ICRP Publication 136: Dose Coefficients for Non-human Biota Environmentally Exposed to Radiation. Ann ICRP. 2017 Dec; 46(2):1-136.

К содержанию

УДК 556.504 : 574.5 (476.7)

Л. А. КИРИЧЕНКО, А. А. ВОЛЧЕК

Брест, БрГТУ

МАКРОФИТЫ КАК ИНДИКАТОРЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ НЕКОТОРЫХ ВОДОЕМОВ Г. БРЕСТА

Введение. До последнего времени использование высших водных растений (ВВР) в качестве индикаторов загрязнения водоемов практически не проводилось, поскольку индикаторные возможности высших водных растений и их сообществ весьма ограничены. Сложность биоиндикации состояния водных экосистем с использованием ВВР заключается в том, что гидрофиты часто имеют сходные морфологические и анатомические реакции на различные воздействия; они реагируют не на отдельный фактор, а на всю их совокупность; водные растения имеют хорошо развитые механизмы поддержания гомеостаза, противодействующие влиянию вредных условий, кроме того, укореняющиеся гидрофиты в большей степени указывают на содержание загрязнителей в донных отложениях, чем в воде [1]. Однако высшие водные растения являются хорошо заметными и легко определяемыми объектами, что существенно облегчает работу с ними, поэтому их

можно использовать как экспресс-индикаторы качества водной среды. Если они «сообщают» о неблагоприятном состоянии водоема, то его вода и донные отложения подлежат более детальному изучению с использованием классических физических, химических и санитарно-гидробиологических методов [1].

В работе представлен анализ, основанный на индикаторных свойствах ВВР и расчетных данных индексов, применяемых в системе биоиндикации поверхностных вод. Структурные характеристики сообщества макрофитов обычно используются параллельно с различными биотическими индексами, что позволяет комплексно отражать качество воды [2–6].

В 2020–2021 гг. нами были проведены гидробиологические исследования типичных водоемов г. Бреста с целью определения их экологического состояния и установления причин (если таково определено) их неудовлетворительного экологического состояния.

Материалы и методы исследований. Объектами исследований являлись ВВР некоторых водоемов г. Бреста. Отбор гидробиологических проб, исследование видового состава ВВР проводились раз в месяц с мая по сентябрь 2020–2021 гг. Сбор материала и его обработка проводилась общепринятыми в гидробиологической практике методами [7–9].

При исследовании водоемов проведено картографирование прибрежной водной растительности водных объектов с помощью программы ГИС «Панорама».

На основе данных о видовом составе ВВР и частоте встречаемости гидробионтов на исследованных водных объектах г. Бреста был рассчитан индекс сапробности по системе Г. Кнеппе.

Результаты и их обсуждение. Видовой состав макрофитов исследуемых водоемов в основном типичен для водных объектов Полесской низменности. ВВР во всех исследуемых водоемах размещается по фрагментарно-поясному типу с прерыванием в местах подхода к водоемам.

В пруду «Зодчих» характерна высокая степень зарастания ВВР прибрежной (литоральной) зоны. До глубины 1 м водоем покрыт поясом воздушно-водной растительности, это преимущественно тростник обыкновенный и рогоз узколистный, встречается обрастание подводной части растений водным мхом, встречаются единичные экземпляры частухи подорожниковой. Мелководье литоральной зоны (до глубины 2 м) зарастает погруженной и полупогруженной растительностью – это роголистник погруженный, элодея канадская, водокрас обыкновенный, кубышка желтая, телорез алоэвидный.

Согласно обитающим в пруду «Зодчих» индикаторным видам гидробионтов (по Гиевичу, Власову, Вынаеву, 2001) водоем характеризуется загрязнением органикой за счет повышения илистых

отложений и тяжелыми металлами, повышенным содержанием кальция, постоянным снижением уровня воды, ацидофильный с признаками эвтрофирования [1, 2, 5, 6].

В пруду «Зеркалка» так же характерна высокая степень зарастания ВВР прибрежной зоны (до 90 %). На глубине до 1 м водоем покрыт поясом воздушно-водной растительности: это преимущественно тростник обыкновенный, рогоз узколистый; рогоз фрагментарно образует ассоциации с ряской трехдольной и с ряской малой. Мелководье литоральной зоны до глубины 2 м зарастает погруженной и полупогруженной растительностью – шелковник жестколистый, роголистник погруженный, роголистник полупогруженный, элодея канадская. На глубине и юго-западе прибрежной зоны фрагментарно произрастает зеленая нитчатая водоросль нителла.

Согласно произрастающим в пруду «Зеркалках» индикаторным видам гидробионтов (по Гиевичу, Власову, Вынаеву, 2001) водоем характеризуется постепенным снижением уровня воды, органическим загрязнением и загрязнением тяжелыми металлами (преимущественно железом), переходный от ацидофильного к эвтрофному состоянию.

Прибрежная зона пруда «Гершонский» на 95 % заросла воздушно-водной растительностью. До глубины 1 м водоем покрыт поясом ВВО, преимущественно ситник болотный, ситник развесистый, тростник обыкновенный, рогоз широколистный, рогоз узколистый, фрагментарно белокрыльник болотный. Мелководье литоральной зоны (до глубины 2 м) зарастает погруженной и полупогруженной растительностью – роголистник погруженный, уруть колосистая, рдест плавающий, рдест пронзеннолистный, горец земноводный, элодея канадская. В прибрежной зоне с западной и юго-западной стороны рогоз и тростник с пузырьчаткой обыкновенной образуют ассоциации.

Согласно произрастающим в пруду «Гершонский» индикаторным видам гидробионтов (по Гиевичу, Власову, Вынаеву, 2001) водоем характеризуется постоянным уровнем воды, преимущественно органическим загрязнением и загрязнением тяжелыми металлами, эвтрофный.

Для оценки качества воды исследуемых водоемов использовался индекс сапробности по Г. Кнеппе. Результаты исследования водоемов по индексу сапробности по Г. Кнеппе указаны в таблице 1:

Таблица 1 – Показатели сапробности водоемов по ВВР

Водоем	Индекс сапробности по Г. Кнеппе	
пруд «Зодчих»	1,7	β-мезосапробная
пруд «Зеркалка»	2,0	β-мезосапробная
пруд «Гершонский»	1,6	β-мезосапробная

Индекс сапробности находился в пределах 1,6–2,1 для исследованных водных объектов, что соответствует показателю для умеренно загрязненных водоемов.

Заключение. Экологическое состояние прудов «Зодчих», «Зеркалка» и «Гершонский» г. Бреста приведено с учетом биоиндикации водоемов с помощью макрофитов. Прибрежная зона характеризуется высокой степенью зарастания высшей водной растительностью во всех исследованных водоемах. По трофическому состоянию характеризуются как мезотрофные с признаками эвтрофирования и эвтрофные водоемы. Эвтрофирование обусловлено в основном органическим загрязнением за счет повышения илистых отложений. Результаты биоиндикации сапробности по системе Г. Кнеппе характеризуют состояние прудов «Зодчих», «Зеркалка» и «Гершонский» г. Бреста как β -мезосапробное, состояние воды в водоемах как умеренно чистое.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зуев, В. Н. Изучение и охрана водных объектов: производственно-практическое издание / В. Н. Зуев. – 2-е изд. – Минск, 2008. – 68 с.
2. Фефилова, Е. Б. Многолетние изменения в сообществах гидробионтов в Харбейских озерах / Е. Б. Фефилова и др. // Journal of Siberian Federal University. Biology. 3 (2014, 7) pp. 240–266.
3. Соловьева, В. В. Гидробиотика : учебник для высших учебных заведений / В. В. Соловьева, А. Г. Лапиров. – Самара : ПГСГА, 2013. – 354 с.
4. Мержвинский, Л.М. Высшая растительность озера Ножницы / Л. М. Мержвинский, В.П. Мартыненко, Ю.И. Высоцкий, Ю. Л. Станова / Веснік ВДУ. Біялогія. – 2013. – № 2 (74) – С. 60 – 66.
5. Шмакова, З. И. Мониторинг состояния экосистемы Матырского водохранилища (Липецкая область) / З. И. Шмакова, С. С. Ускова, А. В. Здрок // Материалы IX Международной научно-практической конференции. Керчь. 6 сентября 2017 г. – 2017. – С. 14–19.
6. Зарипова, Н. Р. Макрофиты озера Малое Лебьяе г. Казань / Н. Р. Зарипова, Н.М. Муратова, И. Г. Нурмухаметов, А. И. Яруллина // Сборник трудов VII Международного конгресса «Чистая вода. Казань» 23 – 25 ноября 2016 г. – Казань: ООО «Новое знание», 2016. – С. 100–102.
7. Абакумов, В. А. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / В. А. Абакумов. – Ленинград : Госкомгидромет, 1983. – 240 с.
8. Акимова, Г. Г. Указания по контролю за гидрохимическим и гидробиологическим режимами прудов товарных хозяйств / Г. Г. Акимова, С. А. Баранов, В. И. Бахтина и др. – М. : ВНИИПРХб 1980. – 55 с.
9. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. – М. : Наука, 1975. – 241 с.

К содержанию

Д. А. КИСЛИЦЫН

Минск, БГУ

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ОРШАНСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

Актуальность темы исследования в значительной степени обусловлена тем, что почвенно-растительный покров является одним из ключевых компонентов природно-ресурсного потенциала Оршанской возвышенности. Для комплексного изучения структуры природных и антропогенных экосистем необходимо использовать новейшие методики с применением геоинформационных технологий и данных дистанционного зондирования, что позволит оперативно выявлять процессы деградации почвенного покрова с последующим их картографированием.

Цель – комплексный анализ динамики и структуры почвенно-растительного покрова ключевых районов Оршанской возвышенности (Толочинский, Оршанский и Сенненский районы Витебской области) на основе применения данных дистанционного зондирования и ГИС-технологий.

Для проведения исследования применялись мультиспектральные космоснимки из архивов съемочной системы Landsat 7 и 9 (уровень обработки растительного покрова использовались два разновременных изображения серии Landsat (апрель-май 2000, 2023 гг.), которые обрабатывались в ENVI 5.3, где методом максимального правдоподобия проводилось автоматизированное дешифрирование. Постклассификационная обработка классифицированных растров осуществлялась в среде ArcGIS 10.7 на основе использования модели геообработки в ModelBuilder.

При анализе космоснимка Landsat 7 нами были выделены 8 классов объектов с учетом видов и групп видов земель, а также гидроморфизма почв, а при автоматизированной обработке космоснимка Landsat 9, который имеет более высокое спектральное разрешение, дополнительно были выделены два класса объектов: пахотные земли на эродированных почвах; лесные земли и под древесно-кустарниковой растительностью (далее – ДКР) на овражно-балочной сети (реже на обрывах). Использование данных о морфометрических показателях рельефа (уклон (в градусах) и вертикальное расчленение рельефа (в м/км²)) и растительности (индекс NDVI) позволяет повысить точность итоговых изображений контуров почвенно-растительного покрова [2].

Пахотные земли на автоморфных и полугидроморфных почвах занимают порядка 33–34% от исследуемой территории и наиболее крупные массивы данного класса объектов сконцентрированы в Оршанском районе, где их площадь в 2023 г. составила около 74400 га (рисунок 1).

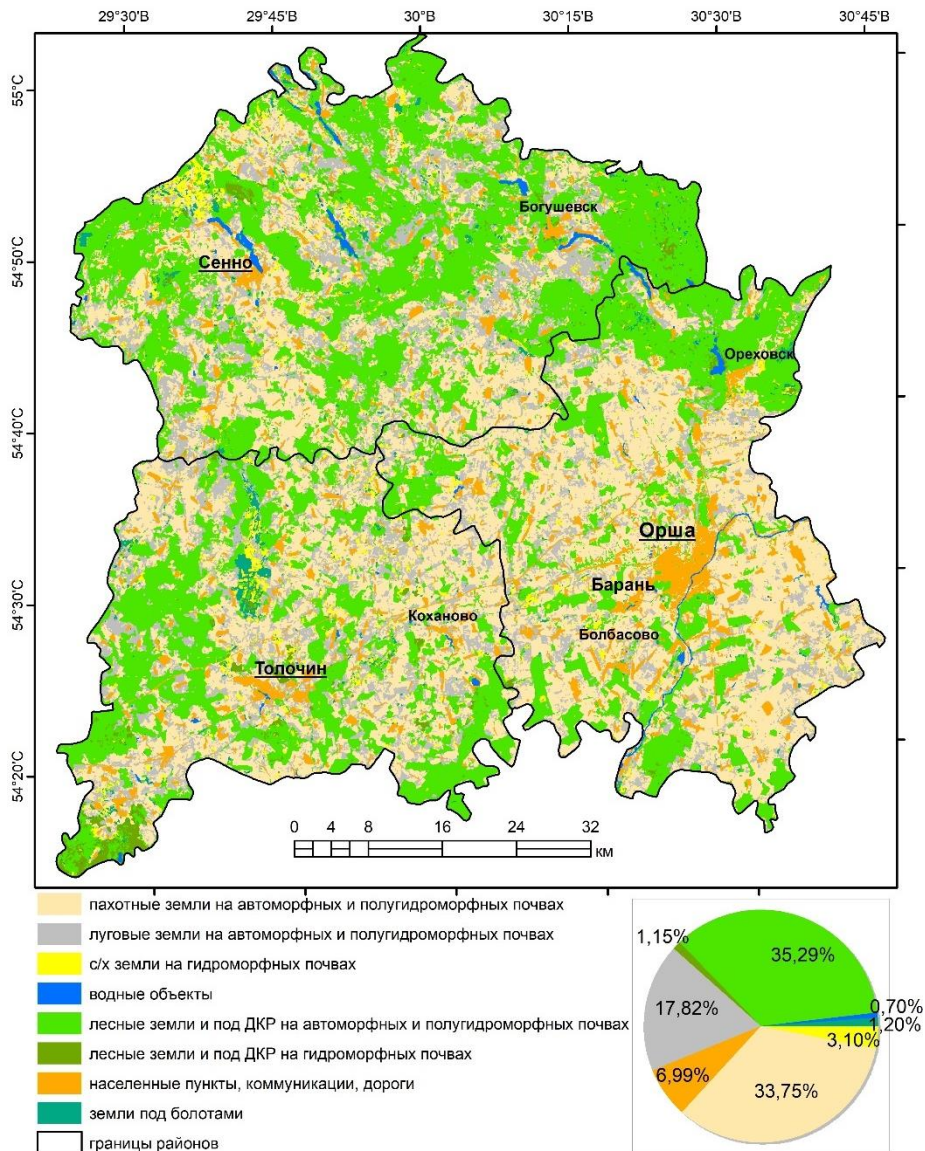


Рисунок 1 – Картосхема структуры почвенно-растительного покрова Оршанской возвышенности в 2000 г. на основе космоснимка Landsat 7

Невысокий удельный вес от общей площади Оршанской возвышенности характерен для водных объектов (0,70 % в 2000 г.), а к 2023 г. произошло увеличение до 0,94%, что обусловлено появлением водоема на территории выработанного участка торфоразработки в центральной части Толочинской района, а также повышением уровня воды в Днепре. Земли под болотами и

торфоразработками составляют примерно 0,9–1,2 % от общей площади исследуемой территории, что обусловлено преобладанием возвышенных форм рельефа (рисунок 2).

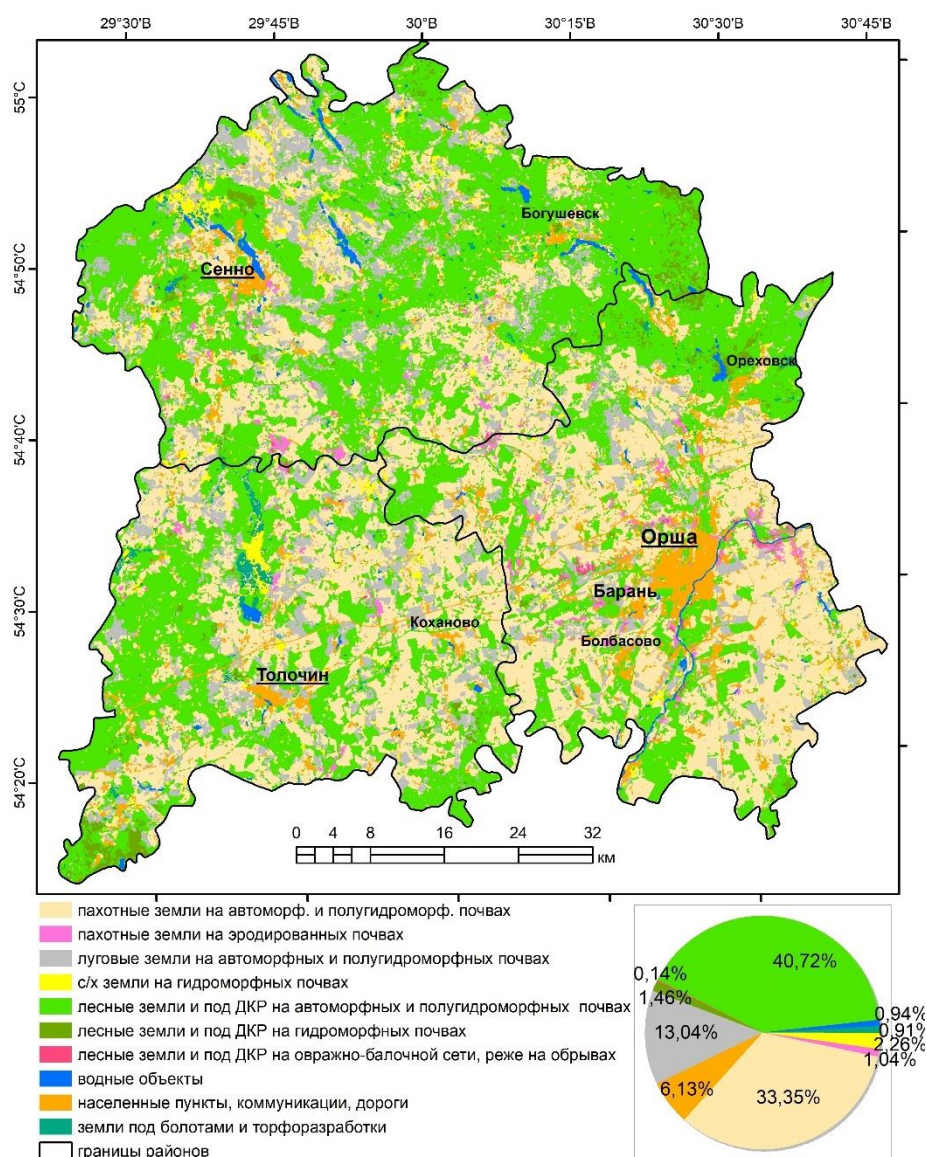


Рисунок 2 – Картограмма структуры почвенно-растительного покрова Оршанской возвышенности в 2023 г. на основе космоснимка Landsat 9

Лесные земли и под ДКР на автоморфных и полугидроморфных почвах имеют заметную тенденцию к увеличению их удельного веса от общей площади Оршанской возвышенности (от 35,29 % в 2000 г. до 40,72 % в 2023 г.), а наиболее крупные массивы данного класса объектов представлены в центральной части Сенненского района, в западной части Толочинского района и между городскими поселками Ореховск и Богушевск. Основные массивы

лесных земель и под ДКР на гидроморфных почвах расположены в окрестностях городского поселка Ореховск и в юго-западной части Толочинской района. За исследуемый период произошло сокращение площади сельскохозяйственных земель на гидроморфных почвах (от 3,10 % в 2000 г. до 2,26 % в уменьшения мощности торфяного горизонта).

Использование данных из OpenStreetMap позволило более точно выделить сельские населенные пункты при автоматизированном дешифрировании космоснимка Landsat 7, а для космоснимка Landsat 9, имеющего более высокое спектральное разрешение, эти данные не применялись. Небольшое снижение удельного веса населенных пунктов, коммуникаций и дорог за период с 2000 по 2023 гг. (от 6,99% до 6,13% соответственно) обусловлено уменьшением площади сельских населенных пунктов в Сенненском и Толочинском районах.

На протяжении исследуемого периода произошло заметное снижение площади луговых земель на автоморфных и полугидроморфных почвах, что в основном связано с зарастанием малопродуктивных участков древесно-кустарниковой растительностью. Пахотные земли на почвах, подверженных водной эрозии, характеризуются более высокими значениями морфометрических показателей рельефа (среднее значение уклона более 2,3°, а вертикальное расчленение рельефа превышает 26 м/км²) и занимают 1,04% от общей площади Оршанской возвышенности. Лесные земли и под ДКР на овражно-балочной сети (реже на обрывах) занимают 0,14% от исследуемой территории и в основном сконцентрированы в окрестностях долины Днестра (к северо-востоку от Орши) и к западу от Орши (на левом берегу реки Адров).

Таким образом, комплексное использование данных дистанционного зондирования и ГИС-технологий позволило исследовать структуру и выявить основные тенденции динамики почвенно-растительного покрова ключевых районов Оршанской возвышенности, а также выделить участки почв, подверженных воздействию водной эрозии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Архив Геологической службы США (USGS) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. – Дата доступа: 10.08.2023.

2. Клебанович, Н. В. Анализ особенностей почвенно-растительного покрова на основе данных дистанционного зондирования (на примере ключевых районов Брестского Полесья) / Н. В. Клебанович, Д. А. Кислицын // Веснік Брэсцкага ўніверсітэта. Серыя 5. Біялогія. Навукі аб Зямлі. – 2022. – №1. – С. 59–66.

К содержанию

**А. П. КОЛБАС^{1,2}, Н. В. МИХАЛЬЧУК², Н. В. САВИНА³,
Л. В. МИЛЬКО, С. В. КУБРАК³, А. В. КИЛЬЧЕВСКИЙ³,
Н. М. МАТУСЕВИЧ⁴, С. М. ТОКАРЧУК⁴**

¹Брест, Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси

²Минск, Институт природопользования НАН Беларуси

³Минск, Институт генетики и цитологии НАН Беларуси

⁴Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

ИЗУЧЕНИЕ *CYPRIPEDIUM CALCEOLUS* L. В БРЕСТСКОМ РЕГИОНЕ: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Биологическое разнообразие живых организмов – это важнейший фактор функционирования экосистем. Своевременное принятие мер по инвентаризации и охране природных ресурсов позволяет сохранить разнообразие флоры в Брестском регионе, который характеризуется древнейшим видовым составом природных сообществ и наибольшим разнообразием географического и генетического элементов флоры в Республике Беларусь. Интенсивная антропогенная нагрузка и трансформация естественных экосистем приводят к и сокращению численности тех видов растений, которые чутко реагируют на изменение среды обитания. К одним из таких высокоспециализированных и, как следствие, уязвимых семейств относится представители Орхидных, многие из которых нуждаются в специальных охранных мероприятиях, 35 видов орхидей занесено в последнее издание Красной Книги [1–2].

Реликтовая орхидная флора на территории Беларуси зарегистрирована в южной части Полесской провинции. Орхидные произрастают в пределах озерно-аллювиальных ландшафтов, образуя достаточно крупные ареалы от Малоритской равнины на западе до долины Припяти на востоке, что дало основание назвать этот регион «Орхидным поясом Полесья» [3]. Часть таких экосистем взята под охрану (заказники «Луково», «Дивин – Великий Лес», «Тырвовичи» и др.). Выявлены основные места их распространения и доминантные виды, среди которых господствует Венерин башмачок настоящий (*Cypripedium calceolus* L.) [4], выступая в качестве индикаторного вида. Популяционный подход при изучении данного вида используется и в других странах [5–6].

Цель данного исследования состояла в изучении популяций венериного башмачка настоящего (*Cypripedium calceolus* L.) в Брестском регионе с

использованием современных экологических, картографических и генетических подходов.

Первоначально были указаны и уточнены местонахождения. Сделаны ботанические и геоботанические описания популяций растений, фотографии объектов и окружения. Были определены следующие параметры: число особей в обнаруженной популяции, средняя высота растения, фенофаза, сопутствующие виды, тип растительности, в отдельных случаях тип ассоциации.

С целью повышения точности пространственной координации изучаемых мест произрастания были использованы современные методы наземной топографии и геоботаники: производилась маркировка на местности объектов привязки, далее происходила привязка исследуемых растений либо их популяций к объектам-маркерам, определялась площадь. Для реализации описанных выше топографических задач использовался GPS-навигатор Garmin eTrex 30 (определение азимута направления) и электронный тахеом

е При web-картографировании популяций редких растений в Брестском регионе использовались шаблоны карт историй «Story map tour» облачной платформы картографирования ArcGIS Online. Особенностью данного приложения является использование сочетания интерактивной карты с информационной панелью, включающей фотографический материал, название и описание точки на карте, ботаническое и геоботаническое описание, QR-коды для предоставления генетической информации.

е Генетический подход к изучению популяций венериного башмачка настоящего проводился на основе ДНК-штрихкодирования как дополнительного метода идентификации. Маркер специфический анализ ДНК по четырем ДНК-штрихкодам – *ITS2*, *rbcL*, *psbA-trnH* и *matK* был проведен согласно рекомендации Международного центра по баркодингу CCDB (Canadian Centre for DNA Barcoding). Выравнивание индивидуальных последовательностей каждого растения для получения результирующей маркерной (общей видовой) и ее сравнение с аналогичными последовательностями *Cypripedium calceolus* L. в международных базах данных *NCBI BLAST* (достоверный уровень совпадения 98-100%) выполняли в программе *MEGA* #. Получены четыре видовые маркерные последовательности, представлены в виде QR-кода (*Quick Response Code*) (таблица).

n Помимо используемых нами ДНК-штрихкодов, для исследования полиморфизма *C. calceolus* предлагается еще два участка генома: участок *Cyp2* межгенного спейсера *trnL-trnF* хлоропластной ДНК и участок *ITS1* рибосомальной ДНК. На основании литературных данных, участок *Cyp2* отличается высоким полиморфизмом у *Cypripedium calceolus* и состоит из комплекса повторяющихся АТ-последовательностей, следующих за участком

a
l
S
t
a
t
i

многочисленных Т-повторов. По результатам варибельности локуса *Cyp2* выделено четыре гаплотипа, особи *C. calceolus* из восточной и западной частей ареала России имели разные гаплотипы.

Таблица – Видовые маркерные последовательности *Cypripedium calceolus* L.

Последовательность			
<i>ITS2</i>	<i>rbcL</i>	<i>psbA-trnH</i>	<i>matK</i>
272 п.н./ 100 MH250186.1*	532 п.н. / 100 MF572183.1*	612 п.н. / 100 MH251254.1*	784 п.н. /100 MF543506.1*
			

*длина последовательности / уровень сходства и ID аналоговой последовательности NCBI BLAST

Сравнительный анализ *ITS1* участка у образцов *C. calceolus* отдаленных локальных российских популяций выявил варибельность в позиции 320(С/Т) по отношению к референсным европейским последовательностям этого вида [7]. Основываясь на изменчивости маркера *ITS*, польские исследователи *Gorniak M. et al.* (2021) доказали, что наиболее распространенный предок *C. calceolus* и *C. shanxiense* существовал около 2 млн. лет назад в Азии, а деление популяции *C. calceolus* на европейскую и азиатскую линии, обозначенные полиморфизмом С/Т, началось около 0,5 млн. лет назад [8]. В исследованиях польских авторов анализ по маркеру *plastid trnL* не показал различий между местными популяциями *C. calceolus*. В тоже время, именно на основе этих вариаций пластидной ДНК (*trnL*, *trnL-F*, *psbA-trnH*) в исследованиях на популяциях Европы, Сибири и Дальнего Востока России были выделены гаплотипы Н1 и Н2, различия между которыми включают три замены и семь делеций [9].

Таким образом, знание экологической структуры, эволюционной истории, генетической изменчивости и процессов в небольших популяциях выступают теоретической основой для экологических программ, направленных как на защиту конкретных видов, имеющих тенденцию к сокращению численности, так и на мониторинг региональных и глобальных изменений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Красная книга Республики Беларусь. Растения: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / гл. редкол.:

И. М. Качановский (предс.) [и др.]. – 4-е изд. – Минск: Беларус. Энцыкл. імя П. Броўкі, 2015. – 448 с.

2. Лебедько, В. Орхидные Беларуси: местное разнообразие и современное состояние / В. Лебедько // Наука и инновации: научно-практический журнал / гл. ред. Ж.В. Комарова; учредитель Национальная академия наук Беларуси (Минск). – 22/08/2017. – N8(174). – С.68–72.

3. Михальчук, Н.В. Орхидные пояса Полесья / Н.В. Михальчук // Охрана и культивирование орхидей: материалы X Международной научнопрактической конференции (1-5 июня 2015 г. Минск, Беларусь) / ред. колл. В.В. Титок и др. – Минск: А.Н. Вараксин, 2015. – 272 с.: ил. – 2015. – С. 166–171.

4. Колбас, А. П. Эколого-генетическая инвентаризация отдельных видов охраняемых растений Брестского региона / А. П. Колбас, Н. В. Савина, Н. М. Матусевич, С. В. Кубрак, М. В. Левковская, С. М. Токарчук, А.В. Кильчевский // Веснік Брэсцкага ўніверсітэта, сер. 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб Зямлі. – 2021. – № 2. – С. 34–41.

5. Kull, T. Fruit-set and recruitment in populations of *Cypripedium calceolus* L. in Estonia // Botanical Journal of Linneum Society 1998, 126, 27–38.

6. Jakubská-Busse, A.; How to protect natural habitats of rare terrestrial orchids effectively: A comparative case study of *Cypripedium calceolus* in different geographical regions of Europe / Jakubská-Busse, A.; Tsiftsis, S.; Sliwiński, M.; Křenová, Z.; Djordjević, V.; Steiu, C.; Kolanowska, M.; Efimov, P.; Hennigs, S.; Lustyk, P. // Plants 2021, 10, 404.

7. Андропова, Е. В. Генетический полиморфизм некоторых представителей рода *Cypripedium* L. (Orchidaceae) флоры России / Е. В. Андропова, Е. Г. Филиппов, Э. М. Мачс, М. П. Райко, Л. В. Аверьянов // Охрана и культивирование орхидей: материалы X Международной научнопрактической конференции (1–5 июня 2015 г. Минск, Беларусь) / ред. колл. В.В. Титок и др. – Минск: А.Н. Вараксин, 2015. – С. 12–16.

8. Górniak, M. Genetic History of the Remnant Population of the Rare Orchid *Cypripedium calceolus* Based on Plastid and Nuclear rDNA / M. Górniak, A. Jakubská-Busse, M.S. Zietara // Genes 2021, 12, 940. <https://doi.org/10.3390/genes12060940>

9. Gargiulo, R. Phylogeography and post-glacial dynamics in the clonal-sexual orchid *Cypripedium calceolus* L. / R. Gargiulo, S. Pironon, E. Zheleznaia, M.D. Sanchez, Z.R. Balázs, Podar, D.; Wilkinson, T.; Jäkäläniemi, A.; Kull, T.; H. Väre // Journal of Biogeography. – 2019, 46. – P. 526–538.

К содержанию

И. И. ЛАПУКА

Минск, ГНПО «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам»

**ЗАВИСИМОСТЬ ТРОФИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ
ЗООБЕНТОСА ОЗЕРА СЕВЕРНЫЙ ВОЛОС ОТ ОСНОВНЫХ
ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ (КОНЦЕНТРАЦИЯ
КИСЛОРОДА И ТЕМПЕРАТУРА)**

Бентосные беспозвоночные – важный компонент вторичной продукции в экосистеме озер, [1, 2, 3] и могут занимать высший трофический уровень в пищевых цепях в водоемах, где нет рыбы. Кроме того, донные беспозвоночные, являясь основой кормового ресурса, считаются одним из факторов, влияющим на продукцию и распределение рыб в водоемах [4; 5; 6]. В зависимости от типа питания видов, а также от взаимоотношений между отдельными группами формируется трофическая структура. Нарушения или изменения трофической структуры происходят по многим причинам: рост или снижение уровня трофии водоема, вселение новых видов, изменение основных экологических условий и т. д. [7].

Озеро Северный Волос при площади 4,21 км² и максимальной глубине 29,2 метров, озеро относится к числу небольших, но глубоких водоемов со средней глубиной 7,29 метров [8].

Температурная стратификация выражена хорошо. Мощность эпилимниальной зоны может меняться в пределах 9–14 м. Металимнион несколько растянут и составляет 4–4,5 м. Гиполимнион в разные годы наблюдений занимает около половины толщи воды. Температура придонного слоя летом от 6,5 до 7,5°C. Центральная часть с максимальной глубиной более насыщена кислородом, а северо-восточном заливе (глубина 18-20 м) кислород исчезает полностью на глубине около 10 метров, а у дна 16—17 м появляется сероводород. Озеро имеет высокую прозрачность с межгодовыми изменениями от 4,5 до 7 метров.

В период исследований (2019–2021 гг.) прозрачность колебалась от 5,5 м (в летне-весенний период) до 9,5 м (в осенне-зимний период). Отбор проб осуществляли на глубинах: 1; 6; 8; 10; 15; 20 и 28 м (рисунок 1).

С помощью программного обеспечения Asterix 3.0 в оз. Северный Волос установлены 6 трофических групп. Максимальные значения удельной численности наблюдались у собирателей (50 %), далее по мере убывания шли хищные формы (31 %) и активные фильтраторы (14 %) (рисунок 2а).

Такое процентное соотношение обеспечивалось развитием определенных таксонов. Доля хищников достигалась достаточно высокой численностью *Chaoborus sp.*, а собирателей – *Chironomus f.l. plumosus* (Meigen, 1830), *Microtendipes pedellus* (De Geer, 1776). Активные фильтраторы были представлены в основной массе *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771).

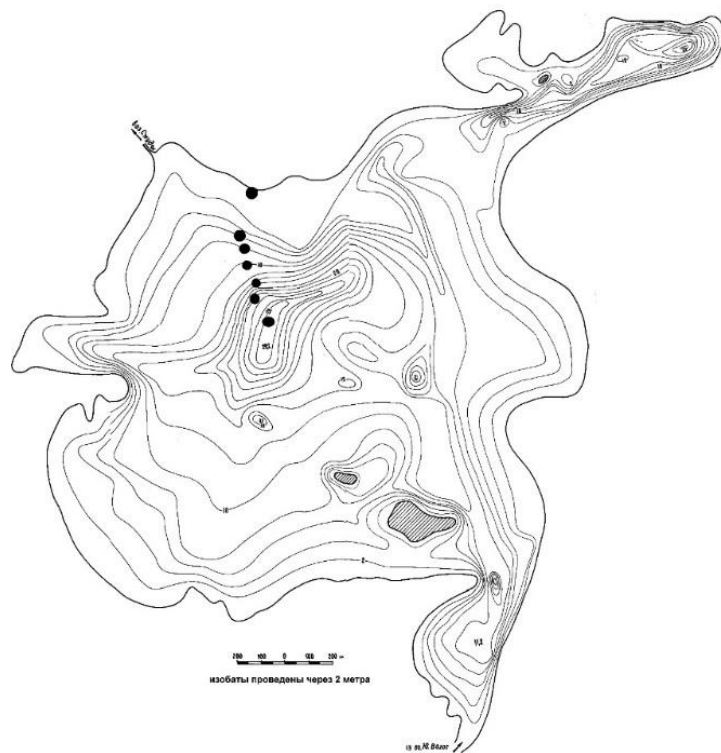


Рисунок 1 – Карта-схема отбора проб в оз. Северный Волос

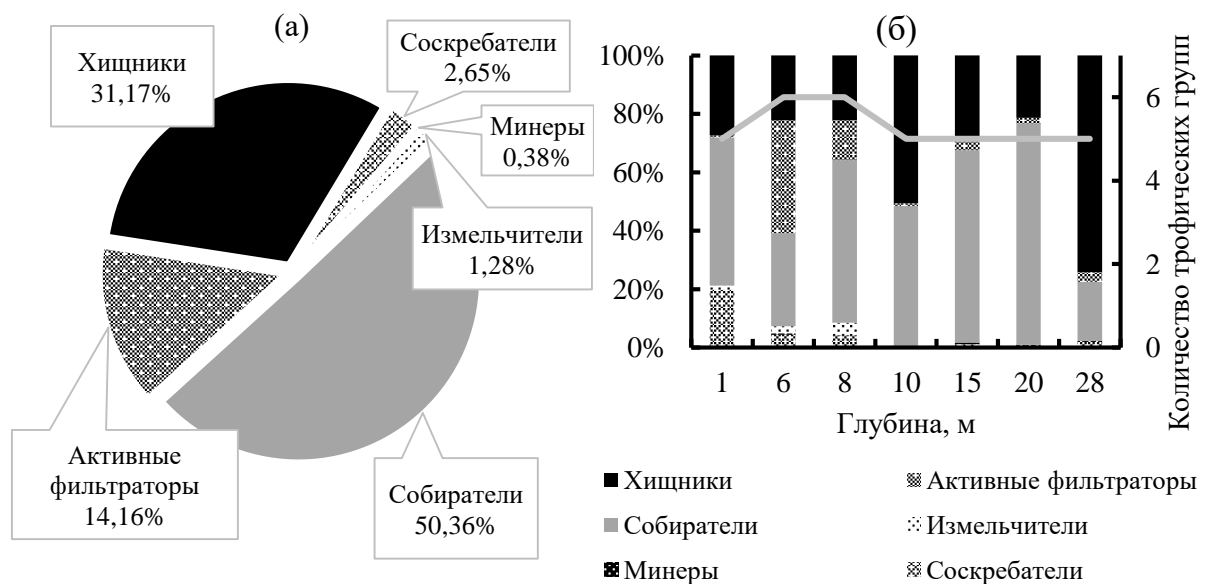


Рисунок 2 – Трофическая структура оз. Северный Волос:

А – встречаемость основных трофических групп; Б – пространственное распределение

Максимальное количество трофических групп зафиксировано в зоне произрастания макрофитов, что совпадает с максимальными значениями здесь численности зообентоса [9]. С увеличением глубины идет изменение доминирующих трофических групп. В эулиторали и профундали доминирующими трофическими группами являлись собиратели и хищники, а в сублиторали – активные фильтраторы (рисунок 2б).

Была установлена слабая статистически значимая зависимость численности соскребателей от температуры ($R=0,62$, $p=0,02$) и концентрации растворенного кислорода ($R=0,57$; $p=0,04$), а также хищников от концентрации кислорода ($R=-0,45$, $p=0,047$) (рисунок 3).

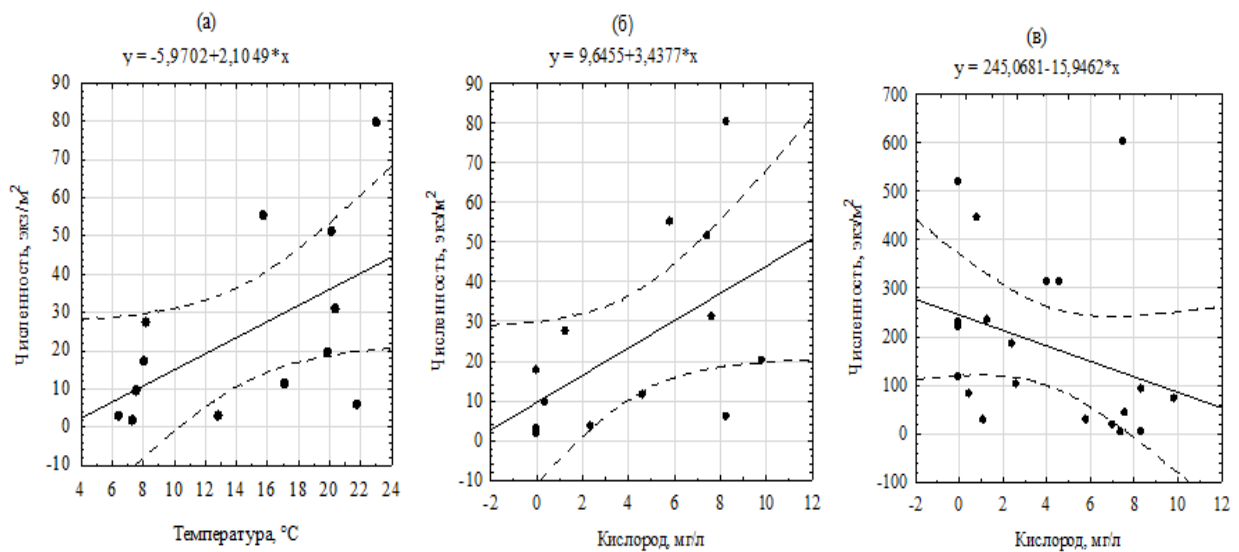


Рисунок 3 – Зависимость: а – соскребателей от температуры; б – соскребателей от концентрации кислорода; в – хищников от концентрации кислорода в оз. Северный Волос

Таким образом, в трофической структуре оз. Северный Волос установлено 6 трофических групп. Основу составили собиратели, активные фильтраторы и хищники. В пространственном распределении наблюдается зависимость группы соскребателей от концентрации растворенного кислорода и температуры, и хищников – от температуры. Высокая доля хищников характерна для придонной зоны, где при низкой концентрации кислорода в бентосе наблюдалось преобладание планктобентического вида *Chaoborus sp.*, который может переносить такие условия обитания.

Работа выполнена в рамках договора БРФФИ №Б23М-052.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голубков, С. М. Динамика пищевых цепей и сукцессия сообществ донных животных в пресных водах / С. М. Голубков // Биология внутр. вод. – 1997. – №1. – С. 41–51.

2. Sierszen, M. E. Benthos as the basis for arctic lake food webs / M. E. Sierszen, M. E. McDonald, D. A. Jensen // *Aquatic Ecology* – 2003. – Vol. 37. – P. 437–445.

3. Stoffels, R. J. Spatial scale and benthic community organization in the littoral zones of large oligotrophic lakes: potential for cross-scale interactions / R. J. Stoffels, K. R. Clarke, G. P. Closs // *Freshwater Biology* – 2005. – Vol. 50. – P. 1131–1145.

4. Rasmussen, J. B. Littoral zoobenthic biomass in lakes, and its relationship to physical, chemical and trophic factors / J. B. Rasmussen // *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* – 1988. – Vol. 45. – P. 1436–1447.

5. Diehl, S. Influence of submerged macrophytes in trophic interactions among fish and macroinvertebrates. / S. Diehl, R. Kornijow // In: Jeppesen E., Sondergaard M., Christoffersen M. The structuring role of submerged macrophytes in lakes. *Ecological Studies* – 1998. – Vol. 131. Springer. – P. 24–46.

6. Kalff, J. *Limnology: inland water ecosystems* / J. Kalff. – Prentice-Hall, 2001. – 592 p.

7. Cazzolla, G. R. Freshwater biodiversity: a review of local and global threats / G. R. Cazzolla // *Int. J. Environ. Stud.* – 2016. – Vol. 73, N 6. P. 887–904.

8. Блакітная кніга Беларусі: Энцыклапедыя. Рэдкал. Н.Ф. Дзісько і інш. – Мінск : БелЭн, 1994. – 415 с.

9. Лапука, И. И. Изменение количественных показателей зообентоса с глубиной в озерах Северный Волос и Южный Волос / И. И. Лапука, В. В. Вежновец // *Природные ресурсы*. – 2020 – № 1 – С. 31–39.

К содержанию

УДК 581.9

М. М. МОТЫЛЬ

Минск, Центральный ботанический сад НАН Беларуси

ИНВАЗИВНЫЕ ВИДЫ В СТРУКТУРЕ АССОЦИИРОВАННОЙ ФИТОБИОТЫ ГАЗОННО-ТРАВЯНОГО ПОКРОВА ГОРОДСКОГО ЛАНДШАФТА

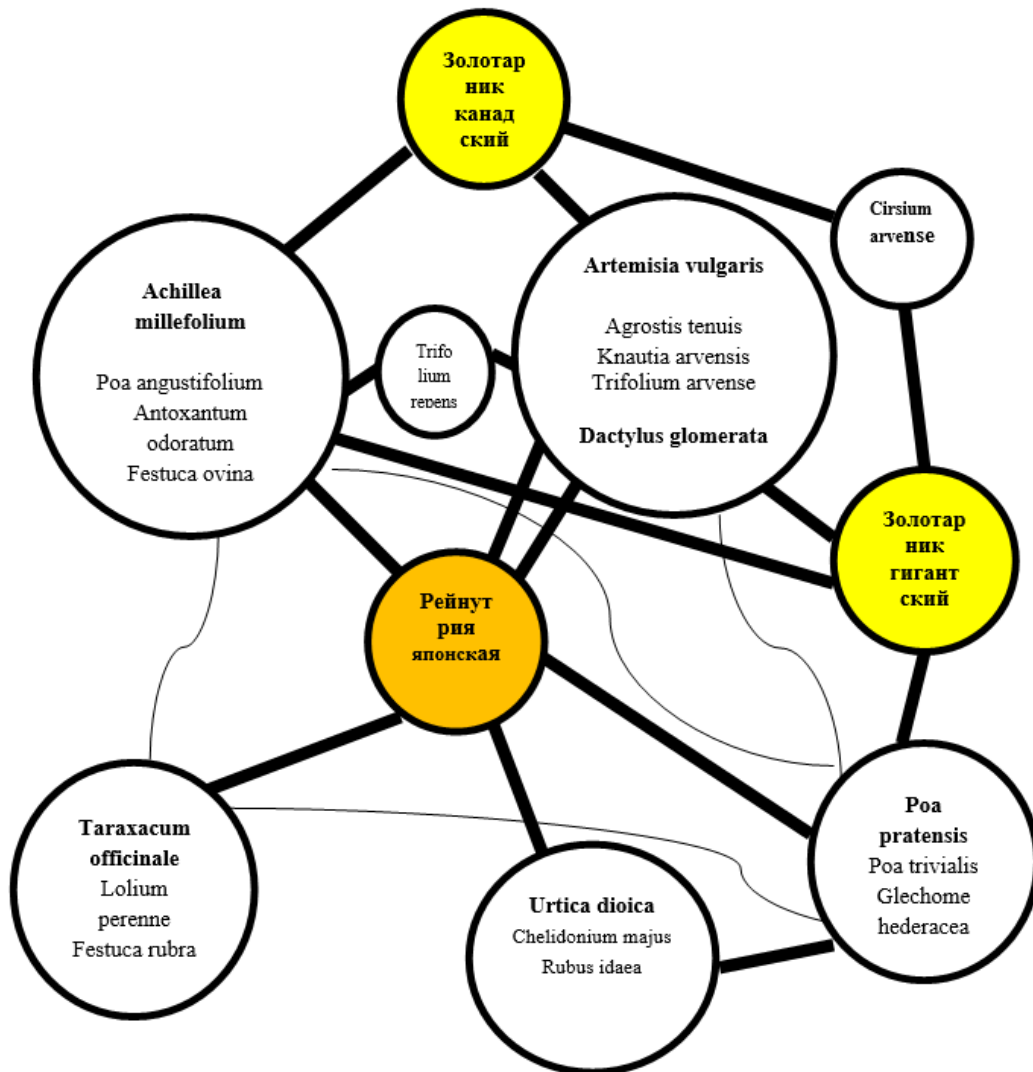
Введение. Структура ландшафтного комплекса многих городов Беларуси сформировалась на основе естественных фитоценозов, которые антропогенно трансформировались в континуум городских зеленых насаждений. В современный период на них, кроме устоявшихся антропогенных факторов, действуют также изменения климатической обстановки и агрессивное распространение чужеродных инвазивных видов растений. В полной мере негативное влияние фитоинвазий испытывает напочвенный покров. Как

наиболее мобильный компонент он в первую очередь вступает в контакт с чужеродными видами, снижает свое биоразнообразие и несомненно, модифицирует адаптивную структуру, отраженную в составе сопряженных ценотических группировок, или плеядных комплексов. Поэтому данные мониторинга о динамике их сопряженных связей являются надежным индикатором нарушения баланса биоразнообразия всей экосистемы или ее отдельных элементов. Доступным способом получения такой информации является выявление сопряженных связей между видами травяного покрова.

Объекты и методы исследования. Опорными данными для мониторинга служили сведения о сопряженных связях видов газонно-травяного покрова и их ценотических группировках в зеленых насаждениях Минской городской агломерации. На первом этапе работ в 2016–2019 гг. выявлена их нативная структура. Коэффициенты межвидовой сопряженности вычисляли по формуле Коула [1]. Выявление плеяд провели на уровне связей выше 0,7. Инвазивные виды встречались нечасто и не вошли в состав матрицы для выявления сопряженных связей. Результаты работ представлены в публикации [2]. На втором этапе в 2020–2021 гг. исследования выполнены по аналогичной методике на 200 учетных площадках в напочвенном покрове с присутствием золотарника канадского, золотарника гигантского и рейнгутрии японской. В матрицу для выявления межвидовых связей вошло 24 вида древесных и травянистых растений, в т.ч. береза бородавчатая, сосна обыкновенная, ива козья, вейник наземный, виды мятлика, полевицы, клевера и др. Выявление плеяд проведено на уровне связей выше 0,5.

Результаты и их обсуждение. Установлено, что современное пространство городских зеленых насаждений представляет собой не хаотично заселенную растениями территорию, а структурно организованный комплекс. Основной видовой состав аборигенных растений отражает многообразие экологических ниш средней полосы Беларуси и представлен 13 видами злаков, 18 видами разнотравья, 1 видом полукустарника, 1 видом кустарничка, 1 видом осок и 1 таксоном зеленых листовых мхов. Ассоциированная структура напочвенного покрова городского ландшафта состоит из 10 плеяд сопряженных видов, в которых ключевые позиции занимают 8 видов злаков – *Agrostis tenuis*, *Agrostis canina*, *Agrostis alba*, *Agrostis stolonifera*, *Lolium perenne*, *Festuca rubra*, *Poa pratensis*, *Dactylus glomerata*, 1 вид кустарничка *Vaccinium myrtillus*, 5 видов травянистых растений – *Achillea millefolium*, *Anthriscus sylvestris*, *Taraxacum officinale*, *Veronica chamaedrus*, *Urtica dioica* и мхи рода *Bryum*. Отмечено, что в процессе действия антропогенных и климатических факторов напочвенный покров лесных фитоценозов преобразовался в лесопарковый компонент, а суходольный злаково – травяной покров разделился в развитии на группировки лугово-степной растительности и суходольных лугов.

В этой структурированной системе аборигенных видов происходит распространение фитоинвазий чужеродных заносных или интродуцированных растений. Характер сопряженностей, которые сопровождают инвазионное развитие золотарника канадского, золотарника гигантского и рейнутрии японской показан на рисунке. Структура связей представлена через расстояния между видами, вычисленные по формуле $R=1 - K$, где K – коэффициент Коула.



Условные обозначения связей: **—** положительная, **~** отрицательная
 Рисунок – Сопряженные связи растений напочвенного покрова городского ландшафта

Если для борщевика Сосновского характерна инвазия на основе конкуренции с видами напочвенного покрова [3], то в отношении этих инвазивных видов ситуация несколько иная. Из схемы видно, что золотарник канадский имеет положительные связи с полыньей обыкновенной и тысячелистником обыкновенным и предпочитает произрастать совместно с ними в су-

хих местообитаниях, занимаемых видами лугово-степной плеяды на элювиальных и аккумулятивно-элювиальных элементах селитебного ландшафта. Золотарник гигантский сопряжен с ежой сборной и мятликом луговым как индикаторами более свежих почв на трансаккумулятивных и аккумулятивно-элювиальных элементах ландшафта в зонах обитания видов газонно-травяной группировки и суходольных лугов. При этом вероятно происходит замещение золотарниками таких видов этих плеяд, как *Agrostis tenuis*, *Knautia arvensis* и *Trifolium arvense*, а также *Poa angustifolium*, *Antoxantum odoratum*, *Festuca ovina* и многих других реже встречаемых видов. Здесь они наносят наибольший урон биоразнообразию. Совместное произрастание двух видов золотарника происходит очевидно в нарушенных обитаниях, в кустарниках, вдоль дорог, полей и вышедших из оборота культивируемых участков, отсюда их положительная связь с распространением бодяка, ежи сборной и тысячелистника. Рейнутрия японская не имеет конкурентных связей со многими видами суходольной, луговой и рудеральной флоры и обладает высоким инвазионным потенциалом. Способна в городской среде образовывать фитоинвазии в широком диапазоне эдафо-ценотических условий. Совместно с двумя видами золотарника она очевидно произрастает в местах с волнистым микрорельефом и мозаичным распространением группировок суходольной плеяды, при этом с золотарником гигантским она встречается на участках с присутствием мятлика лугового и тысячелистника, а с золотарником канадским - полыни обыкновенной. Ввиду ограниченной способности этого вида к генеративному размножению [4], скорость расширения фитоинвазий невысока, но их следует контролировать исходя их опубликованных в зарубежной литературе сведений о трудностях искоренения.

Заключение. Напочвенный покров зеленых насаждений городских агломераций является структурированным комплексом эдафо-ценотических группировок растений, которые включают аборигенные виды белорусской флоры. Инвазивные растения очевидно обладают широкой экологической амплитудой и на уровне сходных требований к эдафотопам, а также в нарушенных местообитаниях проявляют невысокие положительные связи и распространяются совместно с отдельными видами группировок. На данном этапе исследований в условиях городского ландшафта для них не обнаружено явных конкурентов среди аборигенных видов напочвенного покрова. Поэтому мониторинговые исследования несомненно следует продолжить в других природно-антропогенных и природных экосистемах Беларуси. Пока с этими растениями придется бороться механическими методами и химическими средствами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Василевич, В. И. Использование парциальных сопряженностей для анализа структуры фитоценоза / В. И. Василевич // Докл. АН СССР. – 1963. – Т. 148. – № 1. – С. 214.

2. Мотыль, М. М. Ассоциированная структура газонно-травяного покрова городского ландшафта / М. М. Мотыль, А. Л. Романюк, В. В. Титок // Наука и инновации. 2020. – № 10 (212). – С. 68–72.

3. Мотыль, М. М. Распространение борщевиков в зависимости от экологических условий их местообитаний / М. М. Мотыль, Ю. И. Сандрозд // Материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 75-летию со дня образования ЦБС НАН Беларуси. – Минск, 12–15 июня 2007 г. Минск, 2007. – Т. 1. – С. 48–50.

4. Мотыль, М. М. Риск тотальной инвазии рейнутрии японской в новом климате Беларуси / М. М. Мотыль, С. К. Бакей // Наука и инновации – Вып. 10, 2019. – № 10 (200). – С. 71–74.

К содержанию

УДК 598.244.2

П. А. ПАКУЛЬ, М. Г. ДМИТРЕНОК

Минск, ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам»

ФЕНОЛОГИЯ СРОКОВ ПРИЛЕТА ЧЕРНОГО АИСТА НА МЕСТА ПОСТОЯННОГО ГНЕЗДОВАНИЯ

Черный аист – редкий, малочисленный вид, включенный в список МСОП (VU), приложение 1 к Директиве ЕС по охране диких птиц, приложение 2 к Бернской конвенции, приложения 2 к Боннской конвенции, Красные книги Беларуси (3 категория), Российской Федерации, Литвы, Латвии, Украины. Населяет всю лесную часть Евразии, небольшая оседлая часть популяции обитает в Южной Африке. Зимует в центральной части Африканского континента, восточная часть популяции – в Индии и на юге Китая. В Беларуси черный аист встречается по всей территории, повсеместно является редким видом [1]. На территории Беларуси прилет черного аиста приходится на конец марта – начало апреля [2]. Средняя дата прилета может отличаться в разных частях страны на 1–2 недели [3, 4]. При этом следует различать дату прилета и начало гнездования. Известно, что первыми на гнездо прилетают самцы и приступают к строительству гнезда и защите гнездовой территории [5].

Исследование фенологии черного аиста показало, что сроки начала гнездования могут значительно отличаться у разных пар и в разные годы.

Материалы и методы. Исследования проводились в Столинском районе Брестской области, на мониторинговых площадках «Средняя Припять» и «Пойма Львы» (общая площадь 230 км²). Стационар «Средняя Припять» входит в состав ландшафтного заказника республиканского значения «Средняя Припять» и включает в себя два природных комплекса: пойма реки Припять

с заливными лугами, лесами, и внепойменная терраса с широколиственными и хвойными лесами. В лесной формации доминируют черноольшаники (40–50 лет), грабово-дубовые леса (85–100 лет). Большая часть леса затапливается весенним половодьем. Стационар «Пойма Львы», расположенный в междуречье рек Горынь и Льва, представляет собой крупный лесной массив, в котором преобладают лиственные заболоченные леса, на пологих грядах они замещаются сосняками. Материал собирался при помощи автоматических фотокамер-ловушек. Установка камер проводилась около известных гнёзд чёрных аистов за 7–10 дней до их прилета, на расстоянии 2–3 метра от гнезда. Снятие камер проводилось осенью, после отлёта молодых птиц. В 2016–2020 гг. работало 5 камер-ловушек марки Hunting Expert и 10 фотокамер-ловушек марки Bushnell. С 2021 г. приобретены еще 7 камер ловушек, 5 камер-ловушек модели BolyGuard BG590, одна модели BolyGuard BG636, одна модели SeeLock S308. Камеры-ловушки работали в автоматическом режиме. Для каждой даты первого появления черного аиста на гнезде на основании датчиков температуры в камере установлена средняя, минимальная и максимальная температура воздуха. В анализе учитывались только гнезда, которые в гнездовой сезон занимали пары аистов, а не одиночные птицы. Ввиду невозможности определить точные даты прилета на гнездовую территорию, использовались даты первого появления особи на гнезде. Данные по уровню воды в реке Припять собирались на основе открытых данных белгидрометеоцентра [6]. Индекс Северо-Атлантических колебаний (САК) характеризует западный перенос воздушных масс и определяется как разница давления между Рейкьявиком и Азорскими островами. Индекс САК учитывался по состоянию на март месяц (период наиболее активной миграции в Европе), когда его влияние на миграцию наиболее очевидно [7, 8].

Результаты и обсуждение. За время исследования зафиксировано 77 (от 7 до 12 в год) точных дат первого посещения гнезда черным аистом в период 2016–2023 гг. На местах гнездования самцы черного аиста появляются в среднем на 93 ± 6 день г. Были проанализированы зависимости между временем первого появления черного аиста на гнезде и уровнем воды в реке Припять, индексом САК, минимальной, средней и максимальной температурой воздуха. Установлено наличие зависимости времени прилета черного аиста от уровня воды в реке Припять ($\chi^2 = 40,18$, $df = 7$, $P < 0,001$), корреляции за указанный период не наблюдается (Рисунок 1). Однако наличие влияния говорит, что в более длинный период наблюдения можно будет установить существующие зависимости. Установлена зависимость времени прилета от индекса САК ($\chi^2 = 47,98$, $df = 7$, $P < 0,001$), выявлена достоверная отрицательная корреляция ($r = -0,77$, $P < 0,05$), что показывает влияние циклонов на время миграции (рисунок 2). Наличие циклонов во время весенней миграции усложняет и замедляет перемещение, что приводит к несколько

более позднему появлению на гнезде. Отрицательное значение индекса САК характеризуется непогодой в районе Средиземноморья и отсутствием южных ветров с восходящими воздушными потоками. Положительные значения индекса САК показывают перенос воздушных масс с Атлантического океана в сторону Европы, что приводит к сухой и теплой погоде в районе Средиземноморья. Это способствует более быстрому и легкому полету птиц с парящим типом полета, таких, как черный аист. В годы с положительным индексом САК в марте черный аист появляется на местах гнездования раньше.

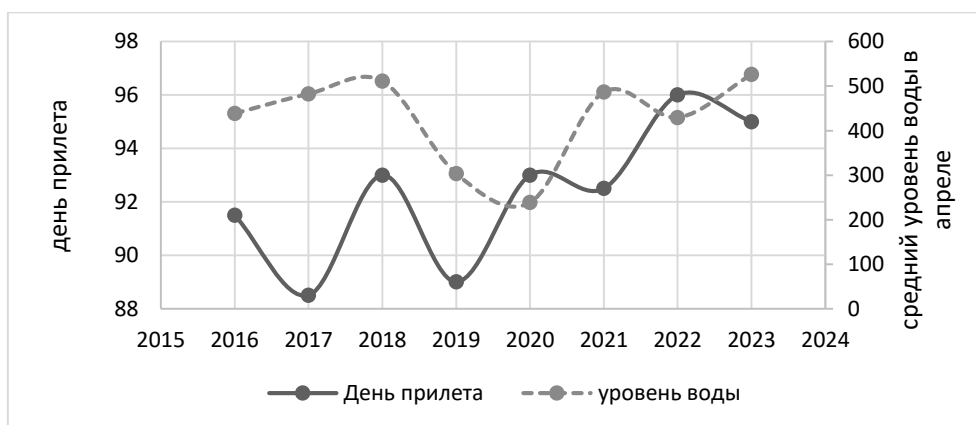


Рисунок 1 – Динамика времени первого появления на гнезде и уровня воды реки Припять в апреле в 2016–2023 гг.



Рисунок 2 – Динамика времени первого появления на гнезде и индекса северо-атлантических колебаний в 2016–2023 гг.

Для указанного периода зависимости сроков прилета черного аиста (рисунок 3) от температуры воздуха (средняя, минимальная, максимальная) не выявлены.



Рисунок 3 – Динамика времени прилета и температуры воздуха в день прилета в период 2016–2023 гг.

Таким образом, в наблюдаемый период на территории заказника «Средняя Припять» время появления черного аиста на местах гнездования зависит от уровня воды в реке Припять и индекса САК. Влияния температуры воздуха на сроки миграции в данный период не выявлено.

Авторы благодарят О.А. Островского, Р.В. Вечерко за оказанную помощь в обслуживании камер-ловушек и анализе фотографических данных.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Красная книга Республики Беларусь: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных / гл. редкол. : И. М. Качановский (предс.), М. Е. Никифоров, В. И. Парфенов [и др.]. 4-е изд. – Минск : Беларус. Энцыкл. імя П.Броўкі, 2015. – 320 с.
2. Гайдук, В. Е. Экология птиц юго-запада Беларуси. Неворобьинообразные: монография / В. Е. Гайдук, И. В. Абрамова – Брест. гос. ун-т. имени А.С. Пушкина. – Брест : БрГУ, 2009. – С. 42–45.
3. Ивановский, В. В. Черный аист на Витебщине в 1991 году / В. В. Ивановский // Аисты: Распространение, экология, охрана: Материалы 2-го и 3-го Всесоюз. Совещаний рабочей группы по аистам ВОО. – Минск, 1992. – С. 198–199.
4. Бышневу, И. И. Черный и белый аисты в Березинском биосферном заповеднике / И. И. Бышневу // Аисты: Распространение, экология, охрана : материалы I и II Всесоюз. совещ. рабочей группы по аистам Всесоюз. оринтол. о-ва / редкол.: В. В. Ивановский [и др.] – Минск : Навука і тэхніка, 1990. – С. 212–216.
5. Strazds, M. Conservation Ecology of the Black Stork in Latvia / M. Strazds // Dissertation for a PhD in biology. – Riga: Univ. of Latvia, 2011. – 86 p.
6. Уровень воды в реке Припять [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://allrivers.info/gauge/pripyat-chernichi/waterlevel>. – Дата доступа: 17.10.2023.

7. Jones, P.D., Jónsson, T. and Wheeler, D., 1997: Extension to the North Atlantic Oscillation using early instrumental pressure observations from Gibraltar and South-West Iceland / P.D. Jones, T. Jonsson, D. Wheeler. – Int. J. Climatol. – Vol. 17. – P. 1433–1450.

8. North Atlantic Oscillation (NAO): NAO data files [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/nao/index.htm>. – Дата доступа: 17.10.2023.

К содержанию

УДК 581.6

А. И. САДКОВСКАЯ, О. В. СОЗИНОВ

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ *VACCINIUM VITIS-IDAEA* В СТАРОВОЗРАСТНЫХ ЛЕСАХ *PINETUM PLEUROZIOSUM* (ЗАКАЗНИК «ГРОДНЕНСКАЯ ПУЩА»)

Vaccinium vitis-idaea L. (брусника обыкновенная) – ценнейшее дикорастущее ягодное и лекарственное растение, которое является важным ценобитическим компонентом лесных биоценозов [1, 2]. Листья и побеги *V. vitis-idaea*, содержащие биологически активные вещества, широко применяются в народной и официальной медицине. В листьях и побегах содержится значительное количества физиологически активных соединений: органических кислот, пектинов, витаминов, фенольных соединений, арбутина и микроэлементов [3, 4, 5].

Ресурсная оценка *V. vitis-idaea* востребована промышленностью лекарственных растений и является актуальным направлением ресурсоведения в связи с быстрым развитием фармацевтической промышленности, остро нуждающейся в стабильной качественной ресурсной базе [6].

Исследования проводили на территории ландшафтного заказника республиканского значения «Гродненская Пуща» (Беларусь, Гродненская область, Гродненский район) летом 2018–2022 г., сбор сырья осуществляли во второй половине августа. Нами заложено три пробные площади (400 м²) в естественных перестойных сообществах сосняка мшистого с произрастанием *V. vitis-idaea*. Оценка урожайности *Cormi Vitis idaeae* (облиственные побеги *V. vitis-idaea*) осуществляли в 20-кратной повторности (1 м²) методом проективного покрытия [7] с последующей воздушно-теновой сушкой. Статистическую обработку данных осуществляли в программе Statistica 10.

В результате анализа полученных данных относительно максимальной урожайности Cormi Vitis idaeae за весь период исследований характерна естественному сосняку мшистому в возрасте 107 лет – от $21,49 \pm 7,48$ до $47,03 \pm 19,72$ г/м² (рисунок). В остальных сообществах урожайность колеблется в пределах от $6,30 \pm 1,20$ до $34,51 \pm 4,49$ г/м². Максимальные значения урожайности отмечены в 2020 году во всех сообществах, что на наш взгляд обусловлено особенностями погодных условий в вегетационный период.

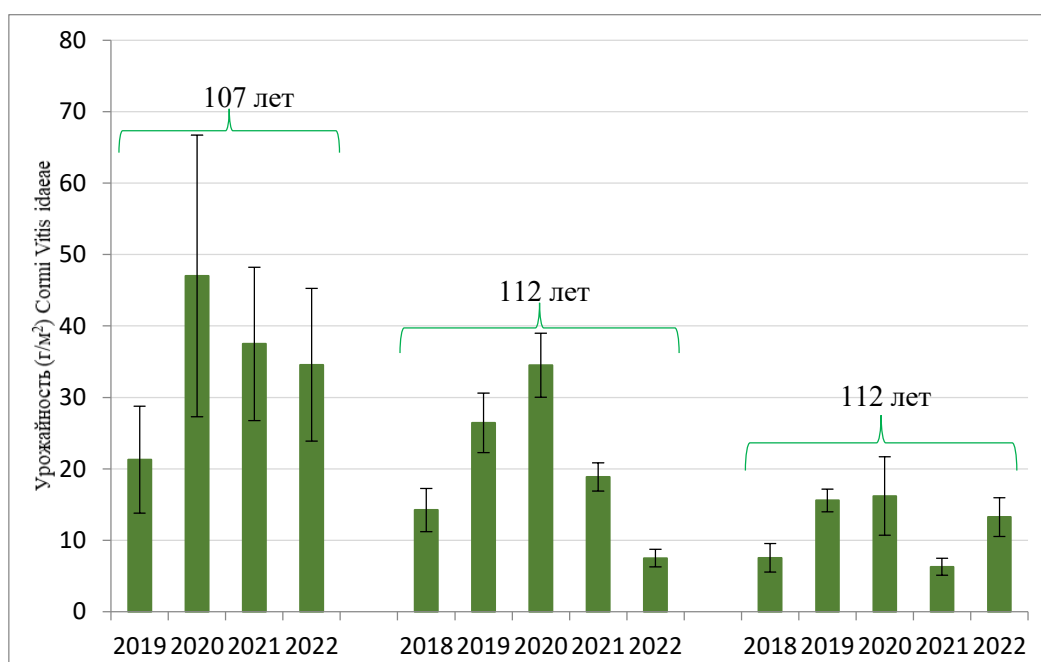


Рисунок – Разногодичная изменчивость урожайности побегов Cormi Vitis idaeae

В результате попарного сравнения в 2018 году выявлены различия по урожайности Cormi Vitis idaeae между естественными перестойными сосняками мшистыми в возрасте 112 лет ($p=0,026$). Частичные достоверные различия выявлены между урожайностью брусники во всех изученных фитоценозах в период с 2019 до 2022 год (таблица).

Таблица – Сравнение урожайности Cormi Vitis idaeae в молодняках культуры сосняка мшистого по тесту Манна-Уитни

2020 год	2019 год			2021 год		
	Возраст, лет	107	112	107	112	112
107			0,04			0,0005
112	0,06		0,022	0,001		0,000009
112	0,56	0,0003		0,21	0,02	
А				Б		

Примечание: над диагональю приведены значения p для 2021 года (А) и 2022 (Б), под диагональю – 2020 года (А); полужирным обозначены значения, показывающие достоверные отличия ($p < 0,05$)

Таким образом, максимальное значение урожайности *Cormi Vitis idaeae* в естественных перестойных сосняках мшистых отмечено в 2020 г. (107 лет – $47,03 \pm 19,72$, 112 лет – $34,51 \pm 4,49$, 112 лет – $16,20 \pm 5,48$ г/м²). При попарном сравнении урожайностей побегов брусники достоверные различия мы наблюдаем в 2018 г., в 2019–2022 гг. – частичные достоверные различия.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Alam, Z. Genetic variation associated with healthy traits and environmental conditions in *Vaccinium vitis-idaea* / Z. Alam, J. Roncal, L. Peña-Castillo // BMC Genomics. – 2018. – 19:4. – P. 1–13.

2. Чиркова, Н. Ю. Демографические характеристики ценопопуляций *Vaccinium vitis-idaea* L. в условиях южнотаежных лесов Кировской области / Н. Ю. Чиркова, Т. Л. Егошина // Вестник Оренбургского государственного университета, 2007. – № 12. – С. 96–101.

3. Государственная фармакопея Республики Беларусь. Общие и частные фармакопейные статьи. Разработана на основе Европейской Фармакопеи / Министерство здравоохранения Республики Беларусь, Республиканское унитарное предприятие «Центр экспертиз и испытаний в здравоохранении». – Т. II. – Минск, 2007. – 471 с.

4. Курилович, Т. В. Брусника: культивирование как альтернатива заготовкам сырья в естественных местообитаниях / Т. В. Курилович // Лекарственное растениеводство: от опыта прошлого к современным технологиям, 2015. – С. 118–122.

5. Морозов, О. В. Брусника обыкновенная (*Vaccinium vitis-idaea* L.) сосновых лесов Беларуси / О. В. Морозов, под ред. Ж. А. Рупасовой. – Минск : Право и экономика, 2006. – 114 с.

6. Созинов, О. В. Фитоиндикация в ботаническом ресурсоведении: качественные и количественные характеристики лекарственных растений на эколого-ценотических градиентах: автореф. дис. докт. биол. наук: 03.02.08; 03.02.01 / О. В. Созинов; Рос. акад. наук – Санкт-Петербург, 2018. – 42 с.

7. Егоров, А. А. Ботаническое ресурсоведение: методические указания для студентов направления подготовки 35.03.01 «Лесное дело» / А. А. Егоров. – СПб.: СПбГЛТУ, 2015. – 36 с.

К содержанию

Т. А. СЕЛЕВИЧ

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

ИЗМЕНЕНИЕ ВИДОВОГО СОСТАВА СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ В ХОДЕ СУКЦЕССИИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПРУДА НА МАЛОЙ РЕКЕ ЗАРИЦА (Г. ГРОДНО)

Проблема зарастания прудов, озер и водохранилищ давно привлекает внимание исследователей – как теоретиков-гидробиотаников, так и практиков, в частности, специалистов, занимающихся рыборазведением. Несмотря на многочисленные публикации по данной проблеме, интерес к ее решению остается достаточно высоким, поскольку особенности зарастания водоемов в каждом случае зависят от целого ряда местных факторов, выявление которых могло бы предотвратить этот чаще всего нежелательный процесс. Проводя флористические исследования на одних и тех же водоемах на протяжении нескольких лет, параллельно можно обратить внимание на изменение видового состава растений.

В 2022–2023 гг. нами были продолжены флористические наблюдения на пруду, расположенном в черте г. Гродно. Результаты изучения видового состава сосудистых растений пруда, полученные за 7 предшествующих лет (2015–2021 гг.), опубликованы в статье [1], где высказано предположение о развивающейся в пруду сукцессии, ведущей к заболачиванию водоема. Представляло интерес дальнейшее исследование изменений видового состава и относительного обилия сосудистых растений, что и было предпринято в 2022 и 2023 гг.

Исследованный пруд расположен на севере г. Гродно между микрорайонами Зарица-1 и Зарица-3, на территории, недавно относившейся к д. Зарица. Пруд был создан не менее 60 лет назад на малой реке Зарница (правый приток р. Неман) для организации водопоя скота, с противопожарными целями, для полива прилегающих огородов, любительского рыболовства. До сих пор в основном не утратил своего первоначального назначения.

Чаша пруда в плане удлиненно-овальна с небольшим постепенным расширением в сторону плотины; площадь водного зеркала примерно 0,5 га. Берега на большем протяжении обрывистые, пологие участки побережья в основном прилегают к верхнему створу, отчасти – к нижнему. Береговая растительность – древесно-кустарниковая, протянувшаяся по периметру пруда. С севера к пруду примыкает злаково-разнотравный луг, с юга – огороды частных подворий местных жителей. Надводная растительность представлена в виде узкой прибрежной полосы, расширяющейся вблизи верхнего створа.

Основной метод исследования – маршрутный: на протяжении полевых сезонов совершали пешие сплошные обходы пруда по периметру. Учитывали виды, экземпляры которых произрастали на кромке воды и глубже. Сбор растений производили вручную, а также с помощью якорька-кошки, который на длинной веревке забрасывали с берега или с плотины как можно дальше в воду. При экологическом анализе видового состава использовали классификацию растений водоёмов и водотоков В. Г. Папченкова [2], в соответствии с которой выделяли 5 экологических групп (экотипов): 1) гидрофиты (настоящие водные растения), 2) гелофиты, 3) гигрогелофиты (все три перечисленные экологические группы автор классификации объединяет под общим названием «виды водной составляющей», а вторую и третью группы в сумме выделяет под названием «прибрежно-водные растения»), 4) гигрофиты, 5) гигромезо- и мезофиты. В полевые сезоны 2022–2023 гг. внимание было сосредоточено на видах водной составляющей.

Для более полного представления о происходящем во времени изменении видового состава сосудистых растений в таблице 1 приведены данные за 2018–2021 гг., опубликованные ранее [1], а также новые данные за 2022–2023 гг. В таблице представлен видовой состав растений трех первых экологических групп растений (гидрофитов, гелофитов и гигрогелофитов) в разные годы с глазомерной оценкой относительного обилия отдельных видов через разное число знаков «+»: «+++» – вид встречался часто в основном в качестве доминанта или содоминанта; «++» – вид встречался нередко, местами доминировал; «+» – вид встречался изредка или редко небольшим числом особей или небольшими куртинами. В случае нахождения 1–2 экземпляров вида практически в одном месте пруда использовали обозначение «ед.», при отсутствии вида ставили значок «–».

Из таблицы следует, что самыми массовыми видами-гидрофитами в 2018 г. (и ранее) были *Callitriche palustris* и *Elodea canadensis*, причем первый вид образовывал почти сплошные «подводные луга» светло-зеленого цвета, заметные с берега. Элодея выделялась не столь обширными зарослями более темного цвета ближе к берегам пруда. С 2018 г. началось снижение обилия этих двух видов вплоть до их полного исчезновения к 2023 г.

Погруженная форма *Sparganium microcarpum* f. *fluitans* с плавающими на поверхности воды листьями, обнаруженная в 2015 г. единично вблизи дамбы, в дальнейшем расселилась разобщенными пятнами в сторону верхнего створа почти по всей акватории. С 2020 г. погруженная форма ежеголовника мелкоплодного сосредоточилась вблизи верхнего створа в основном по стрежню пруда, частично переходя в воздушно-водную, то есть типичную форму, при понижении уровня воды. В 2023 г. при значительном обмелении верховьев пруда здесь уменьшилась площадь под водной формой и увеличилась под растениями, вы-

с
т
а
в
л
я
ю
щ

Таблица 1 – Распределение видов сосудистых растений исследованного пруда по экологическим группам в разные годы с указанием относительного обилия для каждого вида*

Название вида	Годы наблюдений					
	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Гидрофиты						
<i>Nuphar lutea</i> (L.) Smith	–	–	–	–	ед.	+
<i>Callitriche palustris</i> L.	+++	++	+	ед.	–	–
<i>Elodea canadensis</i> Michx.	+++	++	+	ед.	ед.	–
<i>Potamogeton pectinatus</i> L.	–	–	ед.	–	+	++
<i>Potamogeton natans</i> L.	ед.	+	++	++	++	+++
<i>Spirodela polyrhiza</i> (L.) Schleid.	+	+	+	+	+	+
<i>Lemna minor</i> L.	+	+	+	+	++	+++
<i>Lemna trisulca</i> L.	+	+	ед.	ед.	ед.	–
<i>Sparganium microcarpum</i> (Neum.) Raunk. f. <i>fluitans</i>	++	+++	++	+	+	+
Гелофиты						
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	–	–	–	ед.	ед.	ед.
<i>Sparganium microcarpum</i> (Neum.) Raunk.	++	++	++	++	++	++
<i>Typha latifolia</i> L.	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Гигрогелофиты						
<i>Ranunculus sceleratus</i> L.	ед.	–	–	ед.	+	++
<i>Veronica beccabunga</i> L.	–	–	–	–	ед.	+
<i>V. anagallis-aquatica</i> L.	ед.	–	ед.	+	ед.	ед.
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	ед.	ед.	ед.	+	+	++
<i>Cyperus fuscus</i> L.	–	–	–	ед.	ед.	+
<i>Carex acutiformis</i> Ehrh.	+++	+++	+++	+++	+++	+++
<i>Carex paniculata</i> L.	++	++	++	++	+	ед.
<i>Agrostis stolonifera</i> L.	+	–	ед.	++	++	++
<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R. Br.	+	+	+	+	+	++

*Данные за 2018–2021 гг. взяты из [1]. Расшифровка обозначений в тексте

Параллельно с этим шло уменьшение площади прибрежной типичной формы ежеголовника в нижней половине пруда. Фактически произошло переселение ежеголовника мелкоплодного из низовьев в верховья пруда, причем исключительно на его стрежень и через промежуточную стадию водной формы. Из года в год увеличивалось обилие *Potamogeton natans* (таблица), и первые заросли вида появились также далеко от берегов как бы по стрелю пруда; к 2023 г. они заняли почти третью часть акватории и фактически достигли одного из берегов. В верховьях пруда расширяются заросли *Typha latifolia* со стороны берегов, что является классическим вариантом зарастания водоема [3]. Однако в литературе есть данные о том, что

водоемы могут зарастать не только со стороны берегов, но и с центральных частей [4], как это имеет место в нашем случае.

О прогрессирующем процессе заболачивания свидетельствуют вышеописанные факты исчезновения погруженных гидрофитов, расширения зарослей плавающих гидрофитов (*Potamogeton natans*; появилась и увеличивается куртина *Nuphar lutea*) и гелофита *Typha latifolia*, появления таких гигрогелофитов как *Alisma plantago-aquatica*, *Ranunculus sceleratus*, *Cyperus fuscus*.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Селевич, Т. А. Изменчивость видового состава сосудистых растений пруда на р. Зарница (г. Гродно, Беларусь) / Т. А. Селевич // Веснік Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Сер. 5, Эканоміка. Сацыялогія. Біялогія. – 2022. – Т. 12. – № 1. – С. 97–107.

2. Папченков, В. Г. Закономерности зарастания водотоков и водоемов Среднего Поволжья : дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.16 / В. Г. Папченков. – СПб, 1999. – 578 с.

3. Садчиков, А. П. Экология прибрежно-водной растительности : Учебное пособие / А. П. Садчиков, М. А. Кудряшов. – ЭМ. : Изд-во НИА-Природа, РЭФИА, 2004. – 220 с.

Суханова, И. В. Динамика растительных сообществ водоемов в условиях городской среды (на примере г. Томска): автореф. дисс. ... канд. биол. наук: 03.00.16 / И. В. Суханова. – Томск, 2007. – 21 с.

К содержанию

УДК 912.43; 550.4; 631.416.8

М. И. ХВАЩЕВСКИЙ^{1,2}, А. П. КОЛБАС^{1,3}

¹Брест, ПАЭИ НАН Беларуси

²Минск, УНАН Беларуси

³Минск, Институт природопользования НАН Беларуси

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИЙ БРЕСТСКОГО РЕГИОНА, ПРИГОДНЫХ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ БИОРЕМЕДИАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Введение. Проблема загрязнения территорий тяжелыми металлами (ТМ) приобрела мировое значение. Брестский регион отличается развитой транспортной инфраструктурой, интенсивными формами ведения аграрного производства, сравнительно высоким промышленным потенциалом и как следствие наличием загрязненных территорий [1]. В последние время во

всем мире изучаются, совершенствуются и внедряются новые альтернативные методы по очистке загрязненных токсичными элементами почв, основанные на использовании растений и бактерий, объединенные терминами «биоремедиация» или «фитоменеджмент».

Широкое применение для визуализации состояния территорий находят геоинформационные системы. Так, они могут использоваться для картографирования ботанических коллекций, для целей экологического образования, для визуализации природоохранных проектов и др., а результаты можно публиковать (в том числе и в интернете) путём создания интерактивной карты [2].

Целью данной работы является картографирование территорий Брестской области разного хозяйственного предназначения, характеризующихся повышенным содержанием ТМ и возможностью последующего применения на них биоремедиационных технологий.

Материалы и методы. При подборе потенциальных участков мы руководствовались следующими критериями: (1) уровень загрязнения ТМ, равномерность его распределения и экологические риски, (2) доступ к коммуникациям; (3) возможность проведения биоремедиационных мероприятий в течение 3–5 лет. Анализ доступной информации и предварительные исследования, показали, что для реализации стратегий биоремедиации почв с полиэлементным загрязнением в Брестском регионе перспективны следующие территории:

1. Промышленные предприятия и территории хранения отходов.
2. Полигоны депонирования остатков фильтрации сточных вод.
3. Полигоны твердых коммунальных отходов.
4. Приусадебные участки в черте крупных населенных пунктов.
5. Придорожные территории.
6. Земли сельскохозяйственного использования.

Для создания интерактивной карты использовалась свободная кроссплатформенная геоинформационная система QGIS версии 3.28.7 LTR (long-term release). В качестве подложки использовался WMS-слой на котором изображение спутника ESRI добавленный с помощью плагина QuickMapServices (разработанный компанией NextGIS). В качестве векторного формата файлов для геоинформационных систем использовался GeoPackage вместо привычной системы Shapefile, так как у первой есть ряд преимуществ, например, хранение информации в одном файле (а не в четырёх), что облегчает передачу, и эффективность хранения данных, поскольку GeoPackage основан на базе SQLite database engine, а не использует устаревший формат «.dbf», что позволяет превосходить ограничение последнего.

Результаты и обсуждение. Было нанесено 16 точек на основе координат точек отбора проб, нанесённых с помощью плагина Lat Lon Tools, ко-

торый позволяет точно нанести геометрии на карту. Точкам были присвоены следующие атрибуты: id (в качестве ключевого значения), место, код (для шифровки точки отбора проб), а также валовое содержание элементов мг/кг (Pb, Cd, Cu, Zn, Ni и Mn).

При создании интерактивной карты было принято решение присвоить к точкам фотографии мест отбора. Для обозначения административных границ районов Брестской области были использованы данные OpenStreetMap, которые были выгружены с помощью сервиса HOT Export Tool, с последующим удалением лишних геометрий.

Полученный проект был преобразован в веб карту на основе библиотеки с открытым исходным кодом Leaflet, благодаря плагину qgis2web. Для слоя с точками были включены всплывающие окна, где отображены фотография места, шифр точки и перечислены валовые содержания элементов. На карте, в том числе, изображены административные границы районов области и подложка.

В плагине имеется 28 уровней масштабирования. Относительно этого были установлены верхние и нижние границы масштаба. Для нижней границы установлен 9 уровень, что позволяет отобразить большую часть Брестской области, но не более. В качестве верхней границы установлен 17 уровень, т.к. при большем приближении, космоснимки занимают на тайлы-заглушки. Также добавлен поиск точек по шифру на карте.

После подготовки всё экспортируется в отдельную папку, в корне которой находится файл формата HTML. При его открытии в окне браузера отображается получившаяся интерактивная карта (рисунок 1).



Рисунок 1 – Интерактивная карта отбора и состава почвенных проб

В связи с несовершенством плагина некоторые способы манипуляций с подписями на итоговой интерактивной карте недоступны, например, поворот текста (фиксированный и адаптивный), его буферизация и т.п., что не позволяет максимально комфортно отображать итоговый результат. Несмотря на эти ограничения, такой подход даёт возможность не использовать web-ресурсы для создания карт от сторонних компаний (CoGIS и ArcGIS), что позволяет не терять к ним доступ даже в случае появления ограничений, а сам формат экспорта интерактивной карты позволяет размещать её на сервера отечественных сайтов без дополнительных усилий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Оценка полиэлементного загрязнения некоторых субстратов и территорий в Брестском регионе / А. П. Колбас [и др.] // Веснік МДПУ імя І. П. Шамякіна. – Мозырь, 2021. – № 2 (58). – С. 21–31.

2. Эколого-генетическая инвентаризация отдельных видов охраняемых растений Брестского региона / А.П. Колбас [и др.] // Веснік Брэсцкага ўніверсітэта, сер. 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб Зямлі. – 2021. – № 2. – С. 34–41.

К содержанию

УДК 581.526.35(476)

Л. С. ЧУМАКОВ

Минск, Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси

ИТОГИ МНОГОЛЕТНЕГО МОНИТОРИНГА ТРАВЯНО-КУСТАРНИЧКОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ЛЕСНОМ ОЛИГОТРОФНОМ БОЛОТЕ В УСЛОВИЯХ РЕКРЕАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ

В широком спектре вопросов, связанных с изучением олиготрофных (верховых) болот несколько выделяются те, которые касаются долговременного мониторинга растительного покрова и животного мира на болотах, подвергающихся антропогенной нагрузке. Эти вопросы имеют важное значение с точки зрения вскрытия закономерностей сукцессионных изменений, а также для разработки конкретных рекомендаций по сохранению и восстановлению таких болот.

Целью настоящей работы является многолетний мониторинг на лесном олиготрофном болоте, расположенном в пригородной зоне белорусской столицы. Болото находится в зоне отдыха, в связи с чем с конца прошлого столетия подвергалось довольно сильной рекреационной нагрузке. Кроме

того, порядка 20 лет оно находилось в зоне осушительного влияния гребного канала, проходящего примерно в 0,5 км от болота. В связи с негативным воздействием на прилегающие лесные массивы работа канала была прекращена, что, в свою очередь, сказалось на обводнении территории и оказало влияние на структуру растительного покрова как лесов, так и исследуемого болота.

Изучение растительности (моховой и травяно-кустарничковый ярусы) на данном болоте проводится с 1993 г. стандартными геоботаническими методами с помощью рамки в 1 м². В годы проведения исследований выполняется не менее 25 геоботанических описаний по трансекте, проходящей от края болота к его центру.

В период до 2011 г. наблюдения проводили с периодичностью 3–5 лет. Однако в дальнейшем срок увеличен до 10 лет. В настоящей работе рассматриваются изменения в травяно-кустарничковом ярусе за 30-летний период.

За рассматриваемый период исследований в травяно-кустарничковом покрове болота выявлены 12 видов сосудистых растений (таблица). При этом нехарактерный для болотных фитоценозов *Ch. angustifolium* был отмечен лишь в самом начале наблюдений. В дальнейшем данный вид на болоте не наблюдался. Однако в последнее десятилетие здесь появились *D. carthusiana* и *C. elongata*. Щитовник шартский произрастает лишь в краевой части болота со стороны елового экотона, а осока удлинённая – на тропе, проходящей через весь болотный массив. Причем распределена осока крайне неравномерно. Растет отдельными локусами разной величины и в наибольшем количестве встречается на участке тропы, примыкающем к сосняку черничному. В центральной части болота она уже не наблюдается.

В начальный период исследований наиболее широко была представлена *E. vaginatum*. Проективное покрытие болотных кустарников было в 3–6 раз ниже. В последующем влияние проходящего поблизости канала привело к значительному росту проективного покрытия багульника. В период до 2000 г. оно возросло более чем в 7 раз. Покрытие пушицы за эти годы увеличилось лишь в 1,6 раза.

Увеличение проективного покрытия наблюдалось и у голубики. Однако для нее характерны более выраженные колебания. Что касается черники, произраставшей на кочках в начале исследований с проективным покрытием 4,4 %, то в дальнейшем наблюдается ее значительное выпадение и весьма мозаичное распределение по территории болота.

Прекращение работы канала с начала нынешнего столетия привело к поднятию уровня почвенно-грунтовых вод на прилегающей территории, что, в свою очередь, сказалось на развитии болотного фитоценоза. В период 2000–2005 гг. статистически достоверной разницы в проективном покрытии всех видов растений не наблюдалось.

Таблица – Видовой состав и проективное покрытие (%) растений травяно-кустарничкового яруса на исследуемом олиготрофном болоте в период 1993-2022 гг.

Виды	1993 г.	1997 г.	2000 г.	2005 г.	2011 г.	2022 г.
<i>Dryopteris carthusiana</i> (Vill.) Н.Р. Fuchs – Щитовник шартрский	–	–	–	–	+	+
<i>Carex rostrata</i> Stokes – осока вздутая	-	+	+	+	+	-
<i>Carex elongata</i> L. – Осока удлиненная	–	–	–	–	-	2,4±1,15
<i>Eriophorum vaginatum</i> L. – Пушица влагалищная	27,1±5,83	41,6±4,22	43,4±5,25	29,4±5,70	58,4±2,99	52,6±4,88
<i>Drosera rotundifolia</i> L. – Росянка круглолистная	+	+	+	+	+	0,03±0,01
<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop. – Иван-чай узколистный	+	–	–	–	–	–
<i>Ledum palustre</i> L. – Багульник болотный	6,0±2,67	23,6±4,30	43,7±6,13	32,8±4,29	16,3±2,92	47,0±4,35
<i>Vaccinium uliginosum</i> L. – Голубика	7,9±1,61	34,8±6,03	18,7±4,21	29,1±5,54	4,9±0,86	+
<i>Vaccinium myrtillus</i> L. – Черника	4,4±1,86	+	+	+	0,6±0,24	+
<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hill. – Вереск обыкновенный	–	–	+	+	+	–
<i>Andromeda polifolia</i> L. – Подбел многолистный	1,3±0,36	2,6±0,77	1,6±0,45	1,0±0,21	0,8±0,17	3,1±0,68
<i>Oxycoccus palustris</i> Pers. – Клюква болотная	2,2±1,00	12,4±3,61	6,4±1,75	6,8±2,38	6,5±1,44	23,3±4,39

Однако уже к 2011 г. по сравнению с 2000 г. достоверно возросло проективное покрытие пушицы, снизилось – у багульника и голубики.

В следующее десятилетие проективное покрытие пушицы сохранилось на прежнем уровне, а ее встречаемость составила 93,3 %, что практически соответствует таковой в начале столетия (96,0 %).

Несмотря на некоторые колебания проективное покрытие багульника за последние 20 лет осталось на прежнем уровне, хотя его встречаемость снизилась уже с 2011 г., когда не превышала 93,3 %. Причем распределен багульник в последнее десятилетие на болоте довольно агрегировано ($\lambda = 5,610 - 4,255$ соответственно в 2011 и 2022 гг.).

Обводненность почв сказалась на развитии клюквы. Ее проективное покрытие в нынешнем столетии возросло в 3,6 раза и составило в 2022 г. 23,3 %, тогда как в начальный период наблюдений не превышало 2,2 %.

За 30-летний период достоверно в 2,4 раза возросло на болоте и проективное покрытие *A. polifolia*.

В противоположность этим видам наблюдается существенное выпадение голубики. Ее проективное покрытие, несмотря на некоторые колебания, в период 1997-2005 гг. составляло порядка 30 %. Однако уже к 2011 г. снизилось более чем в 6 раз. Встречаемость голубики за 30-летний период наблюдений сократилась с 50,0 до 6,7 %.

Сходство видового состава травяно-кустарничкового фитоценоза за период исследований, несмотря на выпадение иван-чая и появление в последнее десятилетие осоки удлиненной и щитовника шартского, осталось практически на прежнем уровне: в период 1993-1997 гг. – 87,5 %, 1993-2022 г. – 82,4 %. В то же время показатель сходства фитоценозов по проективному покрытию снизился с 55,1 % до 42,9 %.

Показатель видового разнообразия Симпсона, несмотря на некоторые колебания по годам, в целом за весь период наблюдений остается практически на сходном уровне: 1993 г. – 0,359, 2022 г. – 0,326. Это свидетельствует о том, что в целом, несмотря на количественные перестройки у отдельных видов растений, структура сообщества остается сходной.

По отношению растений к отдельным факторам среды на болоте преобладают гигромезофиты (обитатели сырых почв). Изменение почвенно-гидрологического режима за 30-летний период наблюдений четко отражается на этой группе растений. Их доля в сообществе оставалась на сходном уровне (92,5–91,5 %) в период 1993–2011 гг. Однако в последнее десятилетие активно развиваются мезогигрофиты (обитатели болот и заболоченных лесов), составившие в 2022 г. уже 19,7 % суммарного проективного покрытия яруса. Мезополифиты немногочисленны – 2,8–2,4 %. В 1,5 раза в травяно-кустарничковом покрове возросла доля мезополитрофов (с 2,8 до 4,3 %), предпочитающих более богатые по сравнению с мезоолиготрофами

почвы. Доля гипогелиофитов (растения полуоткрытых пространств) возросла за 30 лет с 90,8 до 99,7 %, что во многом может быть обусловлено хорошими развитием древесного яруса. Закономерно вдвое сократилась доля гелиофитов. В то же время значительное сокращение доли сylvантов (с 9,0 до 0,2 %), вероятно, обусловлено какими-то иными причинами.

Таким образом, мониторинговые наблюдения показали, что травяно-кустарничковый покров болотных сосняков в условиях не строго направленного осушительного воздействия после его прекращения может довольно быстро восстанавливаться до исходного уровня. Однако дальнейшее переувлажнение почв может негативно сказаться на структуре фитоценоза. Это необходимо учитывать при разработке мероприятий по восстановлению олиготрофных болот, длительно подвергавшихся аналогичным нагрузкам.

К содержанию

УДК 581.524.2

**Л. С. ЧУМАКОВ, О. М. МАСЛОВСКИЙ, И. П. СЫСОЙ,
М. А. ЛАЗАРЬ, Я. А. ХРИСТИУК-МАКАРОВА,
Р. В. ШИМАНОВИЧ**

Минск, Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси

МОНИТОРИНГ ТРЕХ НАИБОЛЕЕ ОПАСНЫХ ВИДОВ ИНВАЗИВНЫХ РАСТЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛОРУССКОЙ СТОЛИЦЫ

В настоящее время на территории белорусской столицы наблюдается крайне неблагоприятная ситуация в отношении отдельных видов инвазивных растений. В последнее десятилетие здесь довольно существенно расширяется площадь, занимаемая наиболее опасными инвазивными видами – *Solidago canadensis* L. и *Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. et A.Gray. До последних лет серьезную проблему в ряде районов города создавали гигантские борщевики, среди которых преобладает борщевик Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.).

Инвентаризация мест произрастания этих растений на территории города впервые была выполнена в полевой период 2013 г. Это позволило получить значительные сведения не только о местах произрастания инвазивных растений, но также о занимаемых площадях, характере пространственного распространения этих видов в местах их произрастания, структуре сообществ, в которые эти виды внедрились. На основании собранных материалов были разработаны рекомендации по ограничению распространения и

борьбе с инвазивными видами на территории столицы. На отдельных участках были заложены мониторинговые площадки, на которых уже 10 лет ведется контроль распространения инвазивных растений, а также оценка эффективности проводимых мероприятий по борьбе с ними.

Наиболее широко распространенным на территории города является золотарник канадский, активно осваивающий земли городских пустырей, территории у гаражных кооперативов, городские кладбища и участки под ЛЭП. Значительные заросли золотарника (29,8 га), обнаружены в настоящее время на территории бывшего военного полигона в Колодищах, отведенного под городскую застройку, в заброшенном, но используемом в качестве зоны отдыха лесопитомнике во Фрунзенском районе города (15,6 га), микрорайонах Сокол (9,0 га) и Малый Тростенец, включая мемориальный комплекс «Тростенец» и урочище «Благовщина» (более 10 га), по берегам и в окрестностях Цнянского водохранилища (порядка 15 га), а также на землях под ЛЭП в восточной части города (более 11 га). Много золотарника произрастает в городских лесах и отдельных парках, среди которых наиболее заселен этим растением Севастопольский парк в Первомайском районе Минска. Растет здесь золотарник как на открытых, свободных от древесно-кустарниковой растительности участках (поляны, обочины лесных дорог и троп), так и под пологом древостоя, куда максимально глубоко внедряется в светлых городских лесах. В ельниках осваивает более-менее осветленные участки, поэтому массово встречается лишь на полянах и у дорог. Широко распространяется и в пойме р. Свислочь, где внедряется не только под полог древесно-кустарниковой растительности, но и в прибрежные заросли тростника. На пойменных землях в границах города золотарник уже занимает площадь свыше 20 га.

Мониторинговые наблюдения последнего десятилетия показывают, что стратегия распространения золотарника в городе двояка. С одной стороны, он активно осваивает заброшенные земли, на которых не ведется никакой хозяйственной деятельности, но при этом растительный покров здесь небогат. А с другой – территории с довольно мощной антропогенной нагрузкой (городские парки и лесопарки), отражающейся на других видах растений. Возможно, именно выпадение последних в условиях сильной рекреации и позволяет золотарнику осваивать территории с наименьшими затратами на конкуренцию.

По данным кадастрового обследования 2013 г. золотарник канадский на территории столицы был зарегистрирован в 198 местах произрастания на общей площади около 223 га. Уже в 2016 г. он был отмечен в 287 местах произрастания общей площадью 226 га, а еще через три года – в 327 местах (145,62 га).

Обследование территории столицы в 2023 г. показало, что мероприятия по борьбе с золотарником, начатые в 2016 г., привели к заметному сокращению количества мест его произрастания. Прежде всего были уничтожены мелкие популяции, вследствие чего общее число зарегистрированных мест произрастания золотарника в Минске снизилось до 178. Однако, несмотря на это, общая площадь произрастания золотарника возросла и составила 235,72 га городских земель. С одной стороны это обусловлено значительным расширением площади, занимаемой крупными популяциями, а с другой – присоединением в последние годы новых земель за пределами МКАД. Именно эти земли и представляют первостепенную угрозу, поскольку распространение золотарника здесь не контролировалось и мероприятия по борьбе с ним прежде не проводились, что и позволило *S. canadensis* занять значительные площади.

Наиболее крупные площади золотарника в 2023 г. пришлись на Партизанский (73,41 га), Заводской (40,51 га) и Первомайский (34, 55 га) административные районы столицы.

Распространение в Минске гигантских борщевиков обусловлено тем, что в период 1960–1970 гг. эти растения высевались на пригородных сельхозземлях в качестве кормовой культуры. Однако со временем эти земли вошли в городскую черту и были использованы как под застройку, так и в качестве зон отдыха. Благодаря накопившемуся в почве запасу семян борщевик быстро восстановился и занял значительную площадь. Наиболее угрожаемой оказалась южная часть города, где в условиях холмистого рельефа и наличия мелких водотоков борщевик местами образовал крупные заросли с проективным покрытием более 60 %.

На территории столицы в настоящее время борщевик произрастает преимущественно на пустошах и вблизи автодорог, реже – под лесным пологом и в поймах городских водотоков.

В 2013 г. на территории г. Минска были выявлены 74 места произрастания борщевика общей площадью 65,3 га. В ходе мониторинговых обследований 2016 г. зарегистрированы 154 места общей площадью 59,4 га. В этот период на территории столицы было начато проведение активной борьбы по уничтожению и ограничению распространения гигантских борщевиков. В итоге проведения этих мероприятий (преимущественно путем применения химпрепаратов) к 2019 г. было полностью уничтожено 76 мест произрастания борщевика, а его площадь, с учетом новых присоединенных к городу земель, сократилась на 51,4 %. Борьба с борщевиком на территории белорусской столицы продолжается и в настоящее время. Широкое применение химпрепаратов привело практически к полному уничтожению наиболее крупных популяций борщевика. В то же время наблюдается распространение мелких попу-

ляций и единичных растений на ряде городских пустошей, а также под пологом лесопарков. Вследствие этого, несмотря на значительное сокращение общей площади произрастания борщевика (16,22 га), общее число мест его произрастания (70) практически не изменилось относительно 2013 г.

Мониторинговые наблюдения показывают, что в целом по территории столицы борщевик распространен неоднозначно. Наибольшее количество зарегистрированных на 2023 г. мест его произрастания и наиболее значительные площади приходятся на Заводской (18 мест, 8,6 га) и Октябрьский (21 место, 5,67 га) районы города. При этом для первого района характерны наиболее крупные по площади популяции. Во многом это обусловлено тем, что в Октябрьском районе значительные по площади популяции к настоящему времени практически уничтожены.

Более 1 га земель в целом все еще заняты борщевиком и в Центральном районе столицы.

Распространение в городе эхиноцистиса лопастного обусловлено его активным использованием жителями города в качестве растения озеленения. На городских улицах данный вид отмечается чаще всего вдоль заборов в частном секторе. В то же время наибольшие площади, занимаемые эхиноцистисом, приходятся на пойменные земли, что может быть обусловлено экологическими особенностями данного вида.

В Минске значительные площади распространения эхиноцистиса выявлены вдоль р. Свислочь, вблизи небольших городских водотоков, а также вдоль мелиоративных систем вблизи Цнянского водохранилища. Именно последняя территория до недавнего времени выступала в качестве основного резервата эхиноцистиса в столице. Площадь популяции этого вида составляла более 6 га. Произрастал эхиноцистис по мелиорированным землям совместно с золотарником канадским. В целом еще в 2013 г. на территории города было зарегистрировано 41 место произрастания этого опасного инвазивного вида растений на общей площади около 6,9 га. В 2016 г. установлено дальнейшее увеличение числа мест его произрастания (76) но, в то же время, существенное сокращение площади – до 0,73 га. Последнее обусловлено проведением эффективных мероприятий по практически полному уничтожению наиболее крупной популяции эхиноцистиса, а также значительного количества мелких популяций в основном в зонах отдыха и на территориях новостроек. В 2019 г. общее число зарегистрированных в городе мест произрастания эхиноцистиса лопастного не превысило 46, однако площадь произрастания возросла до 1,48 га. При этом новая наиболее крупная популяция расположилась на достаточно увлажненных землях в пойме небольшой речки Лошица на общей площади менее 0,5 га.

В 2023 г. эхиноцистис зарегистрирован в 31 месте произрастания общей площадью 2,56 га. Широко распространен в Заводском районе столицы

(13 мест, 2,34 га), где в пойме р. Свислочь в настоящее время располагается наиболее крупная городская популяция этого вида растений (2,19 га). Эхиноцистис здесь активно цветет и дает значительное количество семян. Это позволяет предположить, что в ближайшие годы здесь следует ожидать дальнейшего увеличения площади произрастания эхиноцистиса. На двух участках в Московском и Советском районах столицы эхиноцистис распространен более чем на 500 м² земель.

Таким образом, в ходе мониторинговых исследований установлено, что в результате проводимых мероприятий по ограничению распространения инвазивных видов растений площадь борщевика за последние 5 лет сократилась в 1,8 раза. В противоположность этому у золотарника канадского она возросла в 1,6 раза. Для эхиноцистиса лопастного характерны колебания численности по годам.

К содержанию

УДК 631.812.1

А. И. ЧУХОЛЬСКИЙ

Беларусь, Минск, Институт ЖКХ НАН Беларуси

ПРОБЛЕМА НАКОПЛЕНИЯ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД И НАПРАВЛЕНИЯ ЕЁ РЕШЕНИЯ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Проблема увеличения количества образующихся отходов, в том числе осадков сточных вод (далее – ОСВ), их безопасного размещения в окружающей среде является актуальной как для предприятий водокоммунального хозяйства, так и для производственных и перерабатывающих предприятий различных форм собственности.

Ежегодно в Республике Беларусь образуется около 0,8 млн. т (3,4% от общего количества отходов) осадков сточных вод. [1]. Несмотря на это только около 4–5 % от общего объема ОСВ используется в народном хозяйстве. ОСВ в основном складировуются на специальных иловых площадках очистных сооружений, которые в настоящее время занимают более 1000 га. В связи с этим на большинстве очистных сооружений иловые площадки переполнены, а дальнейший отвод земельных участков под их размещение не представляется возможным [2].

Накапливаясь в больших объемах на иловых картах, занимая территории очистных сооружений, ОСВ формируют крупные очаги загрязнения прилегающих территорий [3]. Они являются стабильными источниками органи-

ческих, минеральных и биологических загрязнений всех компонентов биосферы, включая поверхностные и подземные воды. Различные виды загрязнителей (химические элементы и их соединения, микробные агенты) оказывают воздействие на водную биоту и трансформируют сообщества гидробионтов.

Содержание в осадках тяжелых металлов, яиц гельминтов и опасных бактерий, которые могут вызывать различные формы инфекционных заболеваний, также свидетельствуют о негативном воздействии ОСВ на окружающую среду и здоровье населения.

В связи с этим, приобретает актуальность разработка научно-обоснованных и экологически-безопасных направлений использования ОСВ, для снижения антропогенной нагрузки на окружающую среду.

Анализ направлений переработки ОСВ показал наличие целого ряда способов их утилизации и переработки: сжигание, депонирование (захоронение), использование в качестве удобрений в составе почвогрунтов для озеленения городов и при рекультивации нарушенных земель, в строительстве и в качестве топлива [4].

Следует отметить, что некоторые из этих способов утилизации ОСВ имеют существенные ограничения по использованию. Так, непосредственное применение ОСВ в сельском хозяйстве в качестве удобрения или вывоз для захоронения на полигоны твердых коммунальных отходов (далее – ТКО) во многих странах запрещены [5]. Попытки их глубокой сушки и сжигания в сыром виде пока не привели к положительным экономически оправданным результатам.

Решить проблему по утилизации ОСВ можно путем сооружения специально обустроенных для этих целей полигонов, однако это требует отчуждения на многие годы больших площадей и прилегающих к ним территорий. В таблице 1 представлен сравнительный анализ технологий использования ОСВ для условий Республики Беларусь.

Таблица 1 – Сравнительный анализ технологий использования ОСВ для условий Республики Беларусь

Критерий	Метод			
	Депонирование на иловых картах	Биогазовый комплекс	Пиролиз [6]	Компостирование
Сокращение объемов отходов	не сокращается	до 7%	до 30% углеродистого осадка	100 %
Получаемые продукты	отходы	биогаз, дигестат	пирогаз, пиролизная жидкость, кокс	почвогрунт, компост

Экологичность	загрязнение почвы тяжёлыми металлами, эмиссия CH ₄ , H ₂ S	при правильной эксплуатации не является источником загрязнения ОС	смола, сажа, зола, тяжёлые металлы	при должном контроле уровень тяжёлых металлов в пределах ПДК, обогащён макро и микроэлементами для растений
Энергозатраты	минимальный	автономность (вырабатываемая электроэнергия идёт на поддержание рабочего процесса)	постоянный расход теплоты	необходимо топливо для ворошителя и погрузчика
Сопутствующие ограничения	– землеотвод; – плечо перевозки; – социальный фактор; – наличие патогенных микроорганизмов и тяжёлых металлов	низкая ремонтпригодность и надёжность; недостаточно интенсивный процесс газообразования [7] высокий уровень капитальных и эксплуатационных затрат	– нужен высушенный осадок - малый выход продукта; – продукты низкого качества; – сложности сбыта и транспортировки	– необходимо устройство площадки с водонепроницаемым покрытием; – необходимы дополнительные наполнители (опилки, опавшая листва, торф)

Из таблицы 1 видно, что при использовании ОСВ на биогазовых комплексах, происходит сравнительно малое сокращение объёмов данного отхода – до 7%, а также накопление отработанных ОСВ (дигестат), которые являются не стабилизированными и требуют организации процесса дальнейшей стабилизации (окислении на открытом воздухе, до двух недель) и дальнейшей переработке.

При использовании ОСВ методом пиролиза с дальнейшим получением пирогаза, пиролизной жидкости или кокса образуется до 30% углеродистого осадка. При этом данному методу сопутствуют некоторые ограничения, такие как необходимость предварительной сушки ОСВ, сравнительно малый выход продукта, сложности сбыта и транспортировки полученной продукции. В противовес этому, при использовании ОСВ методом аэробного компостирования весь объём внесённого ОСВ перерабатывается в компост (который, при должных показателях качества, можно использовать в сельском хозяйстве), почвогрунт (который можно использовать в процессе лесовосстановления либо рекультивации откосов автомобильных трасс и полигонов ТКО).

Однако стоит отметить, что в настоящее время в Республике Беларусь не существует нормативных документов, регламентирующих предельно допустимые показатели содержания тяжёлых металлов, биогенных элементов и патогенных микроорганизмов, для компостов на основе ОСВ коммунальных очистных сооружений. Это указывает на актуальность дальнейших научных исследований в этом направлении, с дальнейшим налаживанием процессов контроля качества данных компостов на всех этапах их производства и использования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Терлецкая, Н. Ф. Компостирование – перспективная технология переработки осадков сточных вод и органической части твёрдых коммунальных отходов / Н. Ф. Терлецкая, А. С. Антонюк, А. Н. Гапонюк // Научно-технический прогресс в жилищно-коммунальном хозяйстве: Материалы V науч.-практ. конф. Мн., 2023. – С. 271–277.

2. Марцуль, В. Н. Обращение с осадками очистных сооружений канализации в Республике Беларусь / В. Н. Марцуль, И. В. Войтов // Новые технологии рециклинга отходов производства и потребления: междунар. науч.-техн. конф., Минск, 19–21 окт. 2016 г. : тез. докл. / БГТУ ; ред.: И. В. Войтов [и др.]. – Минск, 2016. – С. 5–8.

3. Чемерис, М. С. Экологические основы утилизации осадков городских сточных вод : на примере мегаполиса г. Новосибирска : автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 03.00.16 / М. С. Чемерис ; Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск, 2006. – 34 с.

4. Новикова, О. К. Обработка осадков сточных вод [Текст] : учеб.-метод. пособие для вузов / О. К. Новикова ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2015. – 96 с.

5. Вострова, Р. Н. Производство топливных брикетов на основе осадков сточных вод городских очистных сооружений / Р. Н. Вострова, Д. В. Макаров // Вестник Брестского государственного технического университета. Сер. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология – 2012 – № 2. – С. 41–43.

6. Технико-экономическое обоснование проекта реконструкции очистных сооружений г. Жодино (аэрация). – Минск : КУП «Жодинский водоканал», 2018. – 11 с.

7. Копытин, В. Ю. Недостатки и преимущества существующих биогазовых установок / В. Ю. Копытин, Д. А. Пивнов / Молодой ученый [Электронный ресурс]. – № 5 (295). – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/295/66991/>. – Дата доступа: 20.10.2023.

К содержанию

УДК: 591.524.1(28)

Е. В. ШЕЙН, Е.И. ГЛЯКОВСКАЯ

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

К ИЗУЧЕНИЮ ВОДНЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ВОЛКОВЫССКОГО РАЙОНА

Актуальность. Одной из важных целей концепции устойчивого развития является поддержание и изучение биологического разнообразия водных беспозвоночных. Они являются важной и неотъемлемой частью в биоиндикации вод [1].

Изучение водных беспозвоночных обусловлено их важной ролью в природных комплексах. В настоящее время резко возрастает значение данной группы беспозвоночных как биофильтраторов, очищающих водоёмы от органического и химического загрязнения. Многие обитатели пресных вод используются в биоиндикации – оценка качества среды обитания и её отдельных характеристик по состоянию биоты в природных условиях. Это одно из перспективных направлений оценки состояния окружающей среды. Основной задачей биоиндикации является разработка методов и критериев, которые могли бы адекватно отражать уровень антропогенных воздействий с учетом комплексного характера загрязнения и диагностировать ранние нарушения в наиболее чувствительных компонентах биотических сообществ. В связи с этим установление таксономического состава и численного обилия водных беспозвоночных в водоемах разного типа является весьма актуальным [2]. На территории Волковысского района подобные исследования проводятся впервые.

Материалы и методы. Для проведения исследования выбрали 2 водоёма в Волковысском районе, Гродненской области. В1 – водоем «Хатьковцы» искусственного происхождения. Находится в 4 км на юг от города Волковыск. Длина водоема – 3,0 км, максимальная ширина – 0,5 км, средняя глубина – 1,7 м. Дно характеризуется наличием песка, камней и небольшим количеством водорослей. Прибрежной растительности почти нет, в некоторых местах изредка можно встретить тростник обыкновенный (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., 1840), на противоположной стороне берега расположен смешанный лес. Водоем русловой, сезонного регулирования. Вода чистая, присутствует волнение.

В2 – представляет собой водохранилище «Дамба» искусственного происхождения. Длина водоёма – 6 км, ширина – 0.5 км, глубина около 1,5 – 2 метра. Вода чистая, присутствует волнение. Дно первой части объекта характеризуется наличием песка, камней, водорослей, вторая – ил, глина. В

первой части водохранилища из растительности присутствует камыш (*Scirpus sylvaticus* L., 1753), рогоз (*Typha angustifolia* L., 1753), осока чёрная (*Carex nigra* (L.) Reichard, 1778), во второй части растительности практически не было.

Сбор водных беспозвоночных проводился с июня по август 2023 года, используя гидробиологический сачок [3]. Определения собранного материала проводили в лабораторных условиях, используя определитель водных беспозвоночных [4].

Результаты исследований. По итогам проведенных исследований в водоемах Волковысского района отмечено обитание 7 видов беспозвоночных из 7 родов, 7 семейств и 6 отрядов. Объем выборки составил 106 экземпляров (таблица 1).

Таблица 1 – Таксономический состав и стациальное распределение водных беспозвоночных на территории исследованных водоемов Волковысского района

Отряд	Вид	В1	В2
Bassomatophora	<i>Physa fontinalis</i> (Linnaeus, 1758)	–	+
Coleoptera	<i>Haliphus zacharenkoi</i> Gramma et Prisky, 1973 (личинка)	–	+
Decapoda	<i>Astacus leptodactylus</i> Eschscholtz, 1823	+	–
Diptera	<i>Chironomus plumosus</i> (Linnaeus, 1758) (личинка)	–	+
	<i>Stratiomys chameleon</i> Linnaeus, 1758 (личинка)	–	+
Hemiptera	<i>Gerris lacustris</i> Linnaeus, 1758	+	–
Paleocheterodonta	<i>Unio pictorum</i> Linnaeus, 1758	+	–
Примечание: «+» – наличие вида; «–» – отсутствие вида.			

Отмеченные виды относятся к 4 классам; Gastropoda (Брюхоногие), Bivalvia (Двустворчатые), Crustacea (Ракообразные) и Insecta (Насекомые).

В водоеме В1 («Хатьковцы») отмечено обитание 3 видов водных беспозвоночных из 7 обнаруженных, а в водоеме В2 («Дамба») – 4 вида. Согласно анализу численного обилия, преобладает водомерка прудовая (*G. lacustris*), отмеченная в числе 50 экземпляров в В2 и 20 экземпляров – в В1. Перловица (*U. pictorum*) в числе 18 экземпляров зарегистрирована только в водоеме В1. Также только в этом водоеме обнаружен 1 экземпляр речного рака (*A. leptodactylus*).

Только в водоеме В2 отмечено по 6 экземпляров личинок мухильвинки (*St. chameleon*), личинок жука-плавунчика (*H. zacharenkoi*) и физы пузырьчатой (*Ph. fontinalis*) соответственно. Также в этом водоеме собрано 5 личинок звонца опушенного (*Ch. plumosus*) (рисунок 1).

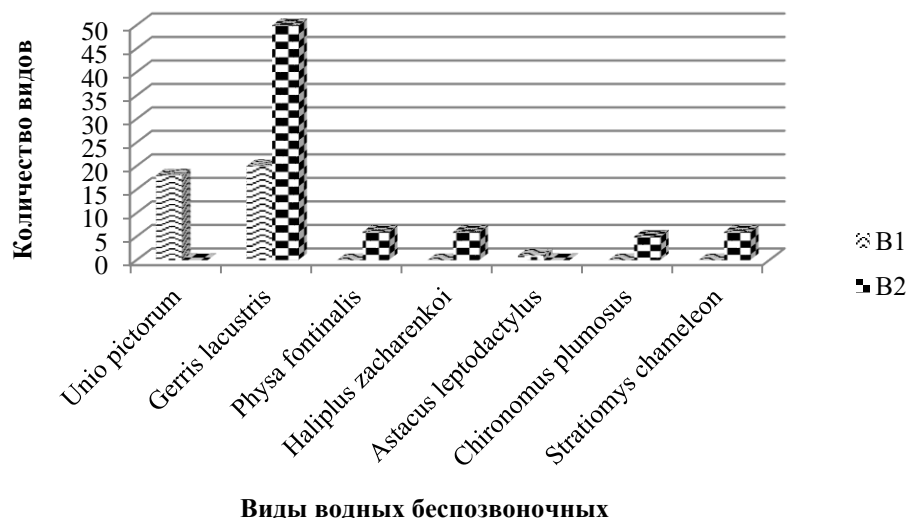


Рисунок 1 – Численное обилие водных беспозвоночных в исследованных водоемах Волковысского района

Заключение. За полевой сезон 2023 года в 2-х исследованных водоемах на территории Волковысского района, отмечено обитание 7 видов беспозвоночных из 7 родов, 7 семейств, 6 отрядов и 4 классов. Наибольшее число, 4 вида, водных беспозвоночных зарегистрировано в B2 («Дамба»). Согласно анализу численного обилия, преобладает *Gerris lacustris* Linnaeus, 1758 (водомерка прудовая).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вшикова, Т. С. Биоиндикация пресных вод с использованием водных беспозвоночных: краткое руководство по биомониторингу / Т. С. Вшикова, Д. С. Морз; под ред. Т. С. Вшиковой. – Владивосток: Биолого-почвенный институт ДВО РАН, 2006. – 13 с.
2. Вшикова, Т. С. Введение в биомониторинг пресных вод: учебное пособие / Т. С. Вшикова, Н.В. Иваненко, Л.В. Якименко, К.А. Дроздов. – Владивосток: изд-во ВГУЭС, 2019. – 240 с.
3. Шалапёнок, Е. С. Руководство к летней практике по зоологии беспозвоночных / Е. С. Шалапёнок, Т. И. Запольская. – Минск: Высшая школа, 1988. – 304 с.
4. Краткий определитель водных беспозвоночных животных: учеб. пособие для студентов биол. фак. / под ред. Е. С. Шалапёнок, Ж. Е. Мелешко. – Минск: БГУ, 2005. – 243 с.

К содержанию

А. И. ШУМСКАЯ, Е. И. ГЛЯКОВСКАЯ

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ИТОГИ ИЗУЧЕНИЯ ДЕНДРОФАГОВ ОСНОВНЫХ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД В ОКРЕСТНОСТЯХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗОН Г. ГРОДНО

Актуальность. Промышленные территории, являясь градообразующим компонентом ландшафта любого крупного города, существенно влияют на его экологические условия. На урбанизированных территориях возникает необходимость оптимизации среды за счет зеленых насаждений разных типов и отдельных древесных пород. Использование в составе насаждений несвойственных для данной местности древесных растений является одним из главных приемов увеличения новых видов дендрофагов [1]. В настоящее время среди дендрофагов древесных растений, используемых в озеленении различных ландшафтов городов, зарегистрированы виды – инвайдеры. Изучение видового состава дендрофагов отдельных древесных пород с целью возможного выявления новых видов, является весьма актуальным. Исследование дендрофагов, повреждающих древесные растения в окрестностях промышленных зон проводится впервые.

Материалы и методы. С июня по сентябрь 2022–2023 г. на территории г. Гродно проводились энтомо-фитопатологические обследования отдельных посадок древесных растений в окрестностях промышленных зон: ПП1 – окрестности Гродненского кожевенного объединения; ПП2 – окрестности завода «Азот»; ПП3 – окрестности Филиала «Завода Химволокно». В качестве контрольной пробной площадки исследовали видовой состав дендрофагов на территории городского парка (ПП4 – «Коложский парк») [2]. Сбор дендрофагов осуществляли в ходе визуального осмотра древесных растений на предмет наличия фитофагов или результатов их жизнедеятельности. Для определения дендрофагов по повреждениям использовали специализированный интернет-портал [3].

Результаты исследований. По результатам проведенных исследований в окрестностях промышленных зон г. Гродно отмечены дендрофаги, относящиеся к 2 классам: Arachnida (Паукообразные) и Insecta (Насекомые) и 5 отрядам: Lepidoptera (Чешуекрылые), Hymenoptera (Перепончатокрылые), Diptera (Двукрылые), Hemiptera (Гемиптероидные), Prostigmata (Растительные клещи).

Наибольшее число дендрофагов зарегистрировано на древесных растениях в полевой сезон 2022 года на территории ПП2 (окрестности завода «Азот») – 30 видов (рисунок 1).

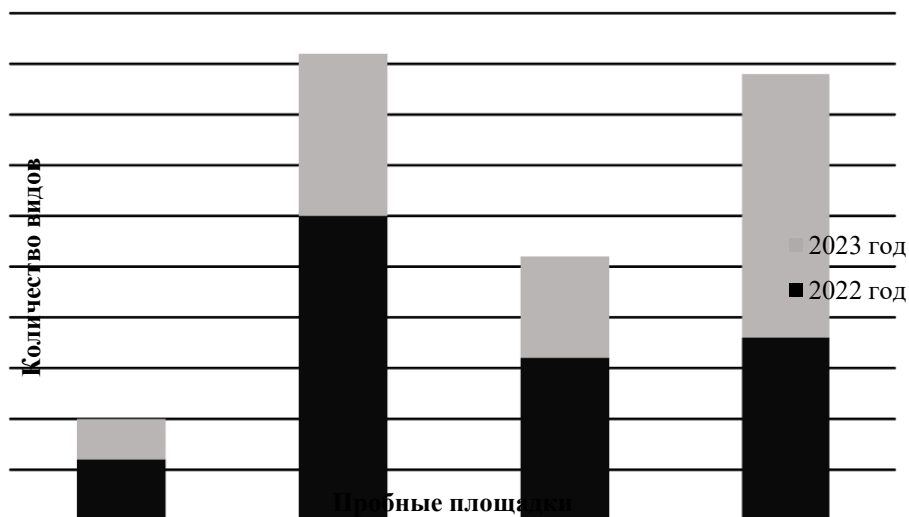


Рисунок 1 – Стационное распределение дендрофагов в окрестностях промышленных зон г. Гродно

На этой же пробной площадке за полевой сезон 2023 года обнаружено лишь 16 видов дендрофагов. Наименьшее число видов отмечено в полевой сезон 2023 года на ПП1 (окрестности Гродненского кожевенного объединения) – всего 4 вида дендрофага, из которых липовый войлочный клещ (*Eriophyes leiosoma* (Nalepa, 1892), липовый галловый клещ (*Eriophyes tiliae* (Pagenstecher, 1857)) и липовый краевой клещ (*Phytoptus tetratrachus* (Nalepa, 1890)) отмечены на липе мелколистной (*Tilia cordata* (Mill., 1768)). И еще один вид, каштановая минирующая моль (*Cameraria ohridella* (Deschka & Dimic, 1986), повреждает каштан конский обыкновенный (*Aesculus hippocastanum* (L., 1753)). По результатам полевого сезона 2022 года на ПП1 среди 6 зарегистрированных видов дендрофагов, присутствуют 4 вышеперечисленные вида, но еще 2 вида (липовая нижнесторонняя моль-пестрянка *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963) и липовая тля *Eucallipterus tiliae* (Linnaeus, 1758)) повреждали липу мелколистную.

При исследовании ПП3 (окрестности Филиала «Завода Химволокно») наибольшее число видов дендрофагов также отмечено за полевой сезон 2022 года (16 видов), в то время как за 2023 год – всего 10 видов дендрофагов. Только здесь зарегистрирован грушевый клещ (*Epitrimerus marginetorguensis* (Nalepa, 1917)).

Обследование древесных пород, произрастающих на территории ПП4 («Коложский парк»), показало наличие 18 видов дендрофагов за полевой сезон 2022 года и 26 видов – за полевой сезон 2023 года. Общеизвестный факт, что видовой состав дендрофагов, напрямую зависит от произрастающих на определенной территории древесных растений. «Коложский парк» (ПП4)

характеризуется довольно широким спектром древесно-кустарниковых растений. Данный факт подтверждает наличие таких видов дендрофагов как: кленовый галловый клещ (*Aceria cephalonea* (Nalepa, 1922)), ореховый войлочный клещ (*Aceria erinea* (Nalepa, 1891)), вязово-грушевая тля (*Eriosoma lanuginosum* (Hartig, 1839)), тополевый спиральногалловый пемфиг (*Pemphigus populinigrae* (Schrank, 1801)), головчатый клещ клена серебристого (*Vasates quadripedes* (Shimer, 1869)). Вышеперечисленные виды зарегистрированы только на ПП4. За время исследования установлено обитание 8 дендрофагов – инвайдеров: *Aceria cephalonea* (Nalepa, 1922), *Aceria erinea* (Nalepa, 1891), *Cameraria ohridella* (Deschka & Dimic, 1986), *Obolodiplosis robiniae* (Haldeman, 1847), *Nematus tibialis* (Newman, 1837), *Pemphigus populinigrae* (Schrank, 1801), *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963), *Phyllonorycter robiniella* (Clemens, 1859) и *Vasates quadripedes* (Shimer, 1869).

Заключение. В результате обобщения данных проведенных исследований отмечено: 31 фоновый вид дендрофагов для окрестностей промышленных зон за полевой сезон 2022 года и 19 фоновых видов – за полевой сезон 2023 года. Учитывая данные по значительному снижению декоративности зеленых насаждений и отдельных древесных растений в результате деятельности дендрофагов в разных регионах Беларуси, начатые исследования должны продолжаться.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белицкая, М. Н. Дендрофаги лесомелиоративных комплексов с участием древесных интродуцентов в условиях засушливой зоны / М. Н. Белицкая, И. Р. Грибуст // Социально-экологические технологии. – Т. 9. – № 3. – 2022. С. 343–361.
2. Шумская, А. И. Экологическая структура членистоногих – фитофагов в окрестностях промышленных зон города Гродно / А. И. Шумская, Е. И. Гляковская // Актуальные проблемы экологии – 2023: сб. науч. ст. / ГрГУ им. Я. Купалы; редкол.: Н. З. Башун (гл. ред.) [и др.]. – Гродно: ГрГУ, 2023. – С. 139–141.
3. Plant Parasites of Europe: leafminers, galls and fungi [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bladmineerders.nl>. – Дата доступа: 26.09.2023.

К содержанию

И. С. ЮЩЕНКО

Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь

ЭКОЛОГО-ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ОАО «ГОМЕЛЬСКИЙ ХИМИЧЕСКИЙ ЗАВОД»

ОАО «Гомельский химический завод» – крупнейший в стране производитель фосфатсодержащих минеральных удобрений. Завод производит серную кислоту, фосфат аммония, азотно-фосфорно-калийные удобрения, аммонизированный суперфосфат, сульфит натрия, фтористый алюминий, криолит, технический аэросил (искусственный диоксид кремния).

С момента основания и по сегодняшний день завод непрерывно совершенствует технологии производства, внося значительный вклад в развитие промышленности страны. ОАО «Гомельский химический завод» поставляет продукцию собственного производства более чем в 25 стран мира. Основными потребителями являются такие страны как: Украина, Польша, Литва, Латвия, Россия, Румыния. ОАО «Гомельский химический завод» зарекомендовало себя на рынках стран СНГ и Западной Европы как надёжный поставщик, выпускающий продукцию высокого качества.

Прилегающая территория характеризуется сельскохозяйственными угодьями и наличием промышленных площадок других предприятий.

С 1981 г. БелНИГРИ, а с 1983 г. Гомельский госуниверситет начали проводить на территории завода мониторинг подземных вод зоны активного водообмена на территории влияния завода. Главными источниками загрязнения подземных вод на территории завода являются производственные объекты и отвалы фосфогипса, которые выступают как загрязнитель всех компонентов биосферы.

Исходя из гидрогеологического строения территории и сложившихся гидродинамических условий в сеть наблюдательных скважин локального мониторинга подземных вод в зоне влияния отвалов фосфогипса включены скважины, расположенные как в загрязненной зоне, так и за пределами этой зоны по направлению существующих потоков подземных вод и оборудованные на различную глубину зоны активного водообмена.

По состоянию на 1999 год минерализация грунтовых вод в зоне влияния завода находилась в интервале от 230,0 (скважина 2) до 8296 мг/дм³ (таблица 1). Высокая минерализация грунтовой воды поддерживается в основном за счет сульфатов. Учитывая, что к пресным относятся воды, минерализация которых не более 1 г/дм³, то из 21 анализируемых скважин к таковым относятся грунтовые воды, вскрытые 8 скважинами, а в 13 остальных

наблюдается превышение этого показателя в 1,5–8,3 раза. Для грунтовых вод характерно преобладание среди анионов сульфатов в водах с минерализацией более 1, а гидрокарбонатов в пресных водах.

Таблица 1 – Химический состав грунтовых вод в зоне влияния ОАО «Гомельский химический завод» [1]

№ скважины	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	PO ₄ ³⁻	F ⁻	NO ₃ ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na+K ⁺	Fe общее
5	0,0	2880,5	11,0	84,0	28,2	241,2	1002,0	0,0	0,0	233,5
4	219,6	17,6	6,16	0,134	0,63	1,3	40	11	29	5,8
7	341,6	1370	69,13	0,700	10,68	3,7	172	40	411	28,65
3	46,4	2390,1	265,9	4,3	3,4	2,2	501,0	121,5	484,8	1,4
25	134,2	60,2	17,7	0,2	0,5	76,3	46,5	16,0	6,2	8,6
150	73,2	28,6	70,9	0	6,12	1,1	40,08	8,51	36,11	2
19	341,6	1670,5	11,0	1,4	4,6	0,5	90,2	230,9	382,0	0,2
13	311,1	25,3	3,2	0,1	0,2	0,8	12,0	19,4	68,3	9,6
154	12,2	858,6	52,4	0,0	0,5	2,8	130,3	18,2	18,2	221,0
151	97,6	481,3	1,9	0,0	0,4	1,2	192,4	8,5	31,7	50,0
15	45,8	859,3	10,5	0,0	11,2	5,4	340,7	60,9	0,0	47,2
43	106,8	1000,1	19,5	0,2	30,0	22,5	470,9	18,2	0,0	4,2
33	91,5	918,2	56,2	0,0	0,8	3,6	202,4	14,6	221,2	16,9
45	0,0	2770,5	12,9	141,5	44,7	83,2	400,8	303,8	2951,0	87,0
46	0,0	240,5	13,2	29,6	549,5	5,4	0,0	121,5	2570,0	18,4
50	0,0	3010,6	7,1	0,1	2,9	123,0	312,5	303,8	3090,0	239,0
34	707,6	89,2	10,5	1,0	2,3	3,7	24,1	21,9	223,9	1,2
48	201,3	212,3	67,6	0,0	0,6	1,7	70,1	6,1	22,4	0,7
37	270,1	946,5	55,0	0,1	15,1	58,9	557,1	58,3	55,0	46,4
2	119,6	15,6	25,0	3,8	0,1	3,7	24,3	7,8	19,8	5,2
8	231,5	8,4	11,0	0,0	0,4	0,9	36,1	9,7	28,8	1,8

По данным локального мониторинга проведенного в мае 2016 года выявлена высокая минерализация грунтовых вод под отвалами фосфогипса. В составе фосфогипса содержатся растворимые фосфаты, вымывание и инфильтрация которых приводит к привносу в подземные воды ортофосфатов. Под отвалами фосфогипса концентрация фосфатов в грунтовой воде увеличивается (скважина 51). Максимальное пространственное распространение в грунтовом горизонте на территории имеют сульфаты. Концентрация их в грунтовой воде по состоянию на май 2016 года в ряде скважин не превышала 1,69 г/дм³ [2].

Для комплексной оценки качества воды используется индекс загрязненности воды (ИЗВ). Он позволяет не только сравнить качество воды, но и

оценить, как временную, так и пространственную динамику качества воды. Индекс загрязненности воды (ИЗВ) рассчитывается как сумма приведенных к ПДК фактических значений 6 основных показателей качества воды. В зависимости от полученного ИЗВ воды классифицированы по степени загрязнения (таблица 2).

Согласно данной характеристике в зоне влияния Гомельского завода можно выделить зоны с I-VI классами качества воды. Очень чистые воды приурочены к участкам, где минерализация воды не превышает $0,5 \text{ г/дм}^3$. Воды II класса качества являются пространственно наиболее распространенными.

Таблица 2 – Характеристики интегральной оценки качества воды [3]

ИЗВ	Класс качества воды	Оценка качества воды
Менее и равно 0,2	I	очень чистые
Более 0,2-1	II	чистые
Более 1-2	III	умеренно загрязненные
Более 2-4	IV	загрязненные
Более 4-6	V	грязные
Более 6-10	VI	очень грязные
Свыше 10	VII	чрезвычайно грязные

Умеренно-загрязненные воды с качеством воды III класса, где индекс загрязненности воды изменяется от 1 до 2, имеют два участка в западном и центральном участках исследуемого района (рисунок 1).

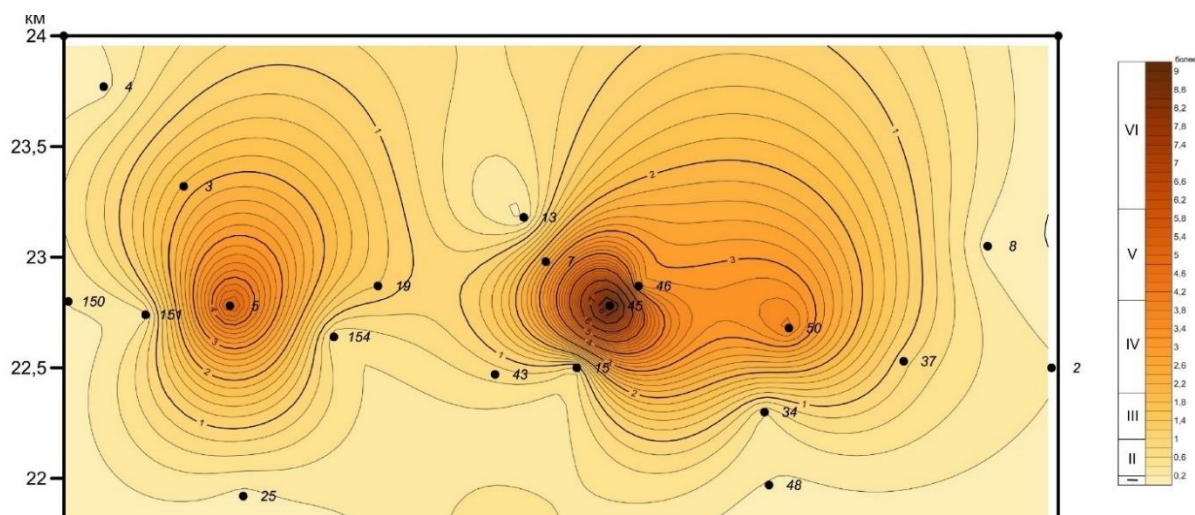


Рисунок 1 – Картосхема качества грунтовых вод в зоне влияния Гомельского химического завода

Изолинии ИЗВ со значениями от 2 до 4 оконтуривают участки с загрязненными водами, являющиеся граничными между умеренно-загрязненными и грязными. Вода с V классом качества имеет 3 участка общей площадью 219064 м², а с VI классом распространены только в центральной части локализуясь вблизи скважины 45 и имея площадь 38583 м² [4].

Для зоны дальней периферии отвалов фосфогипса отмечается низкое содержание загрязнений, в целом близкое к фоновому. Повышенные концентрации присущи только для активно мигрирующих веществ (сульфаты, хлориды, азот аммонийный) в подморенном (больше) и палеогеновом (меньше) водоносных горизонтах по направлениям основных потоков подземных вод. На границе СЗЗ ОАО «Гомельский химический завод» качество подземных вод соответствует фоновым.

Территория ОАО «Гомельский химический завод» расположена вблизи водозабора Юго-Западный, эксплуатирующего воды водоносного аптского-нижнесеноманского терригенного горизонта (K_{a-s1}). Воды в основном гидрокарбонатные кальциево-магниевые, от умеренно жестких до мягких (1,2–7,35 мг-экв/дм³). Величина сухого остатка изменяется от 254,7 до 618,4 мг/дм³ [2]. Природное содержание железа высокое, в несколько раз выше ПДК. Анализ состава подземных вод водозабора подтверждает, что в процессе функционирования завода их физико-химический состав практически не меняется, а ухудшение качества не наблюдается.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коцур, В. В. Геохимия подземных вод зоны активного водообмена на территории влияния ГХЗ / В. В. Коцур // Дис. ... канд. геол.-минерал. наук. – Гомель, 2004. – 256 с.

2. Осипенко, В. В. Реконструкция склада ЛВЖ и ГСМ ОАО «Гомельский химический завод» по ул. Химзаводская, 5, г. Гомель / В. В. Осипенко. – М., 2022. – 86 с.

3. Пименова, Е. В. Нормирование качества окружающей среды и сельскохозяйственной продукции / Е. В. Пименова. – Пермь : Изд-во ФГОУ ВПО Пермская ГСХА, 2009. – 74 с.

4. Ющенко, И. С. Эколого-гидрогеологическая обстановка на территории влияния Гомельского химического завода / И. С. Ющенко // Современные проблемы обеспечения экологической безопасности: Сборник материалов Всероссийской очно-заочной научно-практической конференции с международным участием, г. Орёл, 16 мая 2017 г. – Орёл : РИО ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева», 2017. – С. 368–371.

К содержанию

**А. П. ЯКОВЛЕВ¹, А. В. СУДНИК², Г. И. БУЛАВКО¹,
П. Н. БЕЛЫЙ¹**

Минск, ¹ЦБС НАН Беларуси;

Минск, ²ИЭБ НАН Беларуси им. В.Ф. Купревича

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ УГРОЗЫ СНИЖЕНИЯ ЖИЗНЕННОСТИ И ПОВЫШЕНИЯ АВАРИЙНОЙ ОПАСНОСТИ ДЕРЕВЬЕВ И КУСТАРНИКОВ В СОСТАВЕ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ

Урбанизация преобразует окружающий природный комплекс, в связи с чем, возникает необходимость решения проблемы оптимальной организации городской территории с созданием условий максимального благоприствования для проживания населения с одновременным учетом сохранения экологического равновесия. Поэтому в последние годы актуализировалась и стала востребована обществом идея экологизации городского пространства, суть которой – архитектурно-планировочными, строительными, организационными, экономическими мерами обеспечить комфортность среды обитания горожан, сделать приоритетным экологический тренд в стратегии развития современного города [1–3].

Зеленые растения, являющиеся естественными «фильтрами воздуха», одни из первых откликаются на изменения условий произрастания. Это отражается в первую очередь на состоянии их кроны, в том числе степени изреженности, облиствленности (охвоенности), повреждении листовых пластинок и т. д. Повышенная загазованность, задымленность и запыленность воздуха, особенности температурного и водного режимов воздуха и почвы, неблагоприятные химические и физико-механические свойства почвы, засоленность ее в результате применения в зимнее время противогололедных материалов, уплотнение почвы, наличие каменных и металлических поверхностей, асфальтовое покрытие улиц и площадей, наличие подземных коммуникаций и сооружений в зоне корневой системы, дополнительное освещение растений в ночное время, механические повреждения и интенсивный режим использования городских насаждений – далеко не полный перечень факторов, оказывающих постоянное негативное влияние на растительный организм. В результате изменения экологических условий нарушается стабильность процессов обмена веществ, прекращается рост и снижается адаптационная способность, т.е. возможность приспособливаться к изменяющимся факторам городской среды, что приводит в конечном итоге к более раннему физиологическому старению деревьев и кустарников.

Как правило, потеря декоративности и снижение функциональной санитарно-защитной роли древесных растений в городских насаждениях в зависимости от видового состава насаждений наступают в возрасте от 30-45 до 50-65 лет. На основании литературных данных отечественных и зарубежных специалистов, а также с учетом практического опыта выполненных нами исследований определены фактические и потенциальные угрозы, увеличивающие аварийную опасность деревьев при проведении различных видов ухода или при их отсутствии (таблица).

Таблица – Фактические и потенциальные угрозы, снижающие жизненность и увеличивающие аварийную опасность деревьев и кустарников в составе городских зеленых насаждений

Угрозы	Последствия	
	<i>прямые</i>	<i>опосредованные</i>
<i>фактические</i>		
неблагоприятные физико-механические и химические свойства городских почв (уплотнение, загрязнение, дефицит водообеспеченности и др.)	сокращение доступности элементов минерального питания, замедление или прекращение роста корней, побегов и листьев, ожоги, некрозы и хлорозы листьев, сокращение поверхности листового аппарата, преждевременное опадение листьев	снижение жизненности и устойчивости дерева, нарушение механической устойчивости, корневая гниль (в случае повышения УГВ), снижение сопротивляемости вредителям и болезням, сокращение срока жизни и увеличение степени аварийной опасности
строительные работы/работы по благоустройству территории	недостаточное количество плодородного слоя, подстилание его строительным мусором, повреждение корневой системы	недостаток питательных элементов, развитие гнили в нижней части ствола, снижение механической устойчивости дерева, повышение вероятности падения
механические повреждения ствола	нарушение устойчивости дерева (в случае обширного повреждения)	заселение дерева стволовыми вредителями, поражение инфекционными/грибными болезнями, развитие гнили, нарушение устойчивости и увеличение аварийной опасности
поражение дерева стволовыми и листовыми энтомофитами	нарушение структурной целостности древесины, сокращение площади поверхности листового аппарата, преждевременное опадение листьев	ослабление дерева, снижение адаптационных механизмов к негативным факторам среды, недостаточное накопление питательных веществ для успешной перезимовки, возможно развитие гнили
поражение инфекционными болезнями (голландская болезнь ильмовых, тиростромоз липы и др.)	сокращение площади поверхности листового аппарата, раннее увядание листьев, усыхание ветвей	увеличение аварийной опасности, ослабление и гибель дерева

Угрозы	Последствия	
	<i>прямые</i>	<i>опосредованные</i>
стволовые и корневые гнили	нарушение структурной целостности древесины и механической устойчивости	снижение механической устойчивости, увеличение аварийной опасности, падение дерева
<i>потенциальные</i>		
произрастание дерева в условиях ограниченного пространства (в «лунке» или на газоне с нарушением минимально допустимых расстояний до зданий/сооружений и др.)	недостаток питательных веществ и воды, угнетенное развитие корневой системы	ухудшение состояния дерева, угнетение корневой системы, уменьшение выполняемых экосистемных функций, увеличение аварийной опасности
несоответствие породы дерева/кустарника условиям произрастания (произрастание не-солевыносливых видов в насаждениях, подверженных усиленной нагрузке противогололедными реагентами и др.)	отставание в росте и развитии, солевые ожоги побегов, отмирание тканей проводящих путей, повреждение вегетативных почек, «розеточность» побегов	ухудшение состояния, снижение сопротивляемости вредителям и болезням, сокращение сроков продолжительности жизни
<i>угрозы, связанные с проведением уходов</i>		
обрезка кроны, в том числе омолаживающая	сокращение фотосинтетической поверхности, нарушение соотношения «корни-побеги»	снижение жизненности дерева, уменьшение потенциального срока жизни
обрезка кроны с нарушением технологии (кронирование, или топпинг, или полардинг, удаление ветвей с одной стороны дерева)	нарушение «парусности» кроны, солнечные ожоги коры дерева, нарушение механической устойчивости, усыхание верхушечной части ствола и/или крупных ветвей и их последующий облом	снижение декоративности, ухудшение состояния дерева, угнетение корневой системы, увеличение аварийной опасности
несвоевременная обрезка ветвей (после начала фазы сокодвижения дерева или в период сильных морозов)	повреждение морозами открытой древесины, иссушение почек около срезов, недостаток листовой массы	уменьшение выполняемых экосистемных функций, сокращение срока жизни, а в некоторых случаях гибель дерева в течение нескольких лет

Различия в состоянии зеленых насаждений проявляются в первую очередь в зависимости от категории насаждений и породного состава. В наибольшей степени деревья повреждены вдоль дорог и на бульварах, где эффект влияния городской среды усугубляется последствиями автодорож-

ного и рекреационного воздействия, как прямого – загрязнители, поступающие с выхлопными газами автомобилей, так и косвенного, связанного с технологией содержания дорог (в особенности в зимний период), изоляцией участков для произрастания деревьев, уплотнением почвы, механическими повреждениями стволов при уходе за газонами и т.д. Состояние древесных насаждений вдоль дорог в значительной степени связано с местом произрастания деревьев. Жизненное состояние деревьев в придорожных насаждениях в городских условиях зависит от типа посадки, размера доступного жизненного пространства, расстояния до дорожного полотна, расстояния до края газона, типа мощения прилегающей территории, режима инсоляции, категории дороги.

Состояние насаждений внутри города зависит в первую очередь от их функциональной категории (назначения), а также от комплекса неблагоприятных факторов (воздействия городской среды и экстремальных природных явлений). Высокий возраст многих насаждений и несоблюдение технологии посадки или эксплуатации также приводят к снижению устойчивости насаждений. Проблемой является и недостаточное водообеспечение древесных насаждений, в особенности в случаях посадки деревьев в «лунки» малого размера. Улучшению состояния зеленых насаждений будет способствовать научно обоснованная, своевременно и грамотно проводимая система мероприятий по подбору древесных пород и уходу за зелеными насаждениями, а также мониторингу их состояния.

Выявлено, что значительную угрозу состоянию древесных насаждений на урбанизированных территориях представляет неграмотный уход за деревьями. Повышенное количество механических повреждений корней, стволов и ветвей деревьев как умышленного, так и непреднамеренного характера ведет к значительному увеличению поражений гнилями, болезнями и вредителями.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авдеева, Е. В. Оценка качества объекта озеленения специального назначения (на примере примагистральной территории улицы 9 мая города Красноярска) / Е. В. Авдеева, А. В. Снегирева, Н. Е. Киреев // Хвойные бореальной зоны. – 2019. – Т. 37. – № 1. – С. 7–16.

2. Горецкая, А. Г. Развитие городского пространства с учётом природно-экологического каркаса / А. Г. Горецкая, В. А. Топорина // Проблемы озеленения крупных городов : мат-лы XXI Международного научно-практического форума; ред. Х. Г. Якубов. – М. : Перо, 2019. – С. 46–49.

3. Якубов, Х. Г. Озеленение как один из методов экологизации городского пространства / Х. Г. Якубов, Е. В. Авдеева // Хвойные бореальной зоны. – 2021. – Т. 39. – № 6. – С. 39–42.

К содержанию

БИОРАЗНООБРАЗИЕ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ФЛОРЫ, ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЫ И УСТОЙЧИВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

УДК 502.75

В. И. БОЙКО

Брест, Брестский областной ИРО

ФЛОРА РЕСПУБЛИКАНСКОГО БИОЛОГИЧЕСКОГО ЗАКАЗНИКА «СПОРОВСКИЙ»

Территория заказника относится к категории экотопов с повышенной степенью разнообразия флоры. В общем списке растений заказника по состоянию на 01.10.2020 г. насчитывается 603 вида, что составляет около 50 % от общего числа полесских видов растений (1251 вид по Парфенову (1983)). Флора заказника вполне репрезентативна, особенно если учесть его сравнительно небольшие размеры. Вместе с тем, количественные показатели несколько ниже, чем аналогичные на некоторых уникальных с точки зрения флоры территориях (например, заказник «Званец» [1, 2], где показатели обилия видов превышают 50 % при еще меньших размерах территории) и выше, чем на некоторых охраняемых территориях, не располагающих таким широким спектром природных экотопов. Большая часть родов и семейств полесской флоры представлены во флоре заказника. Отсутствует ряд таксонов, характерных для юго-восточной части Полесья или его крайне западной части, а также ряд таксонов, присущих разнообразным лесным ценозам, поскольку в пределах заказника эти экотопы представлены довольно слабо, равно как и виды, характерные для верховых болот и речных отмелей.

Специфические особенности флоре заказника придают большое видовое разнообразие *Caryophyllaceae*, значительный процент представителей семейств *Careceae*, *Juncaceae* и *Salicaceae*, низкая доля синантропных видов. Эти особенности объясняются преобладанием низинных болот, присутствия песчаных островов в пределах заболоченных территорий и слабой нарушенностью территории. Анализ показывает несомненную репрезентативность флоры, особенно ее части, свойственной болотным экотопам. Наиболее крупными по количеству видов семействами являются сложноцветные, злаковые и осоковые. Такое же расположение этих семейств во флоре Полесья и Беларуси в целом. Это же положение характерно и для всей умеренной зоны северного полушария. Такие показатели говорят о довольно высокой степени репрезентативности основного компонента флоры, поскольку на эти три семейства приходится почти 30 % видового состава

флоры заказника. Однако далее порядок расположения отдельных семейств несколько нарушен. Это связано с рядом причин, и, в первую очередь, историей формирования флоры заказника.

Видовое богатство некоторых родов примерно соответствует такому во флоре Полесья и страны. Крупнейшим родом цветковых растений во флоре заказника является род Осока, представители которого предпочитают переувлажненные местообитания. В то же время многие таксоны изучаемой территории значительно беднее по своему составу, поскольку, как уже говорилось выше, на территории заказника хорошо представлена мезо-, гигро- и гидрофитная части флоры Полесья. Среди многочисленного перечня семейств во флоре заказника присутствуют монотипические во флоре Полесья и республики семейства (адоксовые, валериановые и др.).

С учетом данных о жизненных формах деревянистых видов флоры Беларуси общий состав флоры заказника распределяется следующим образом: деревянистых растений – 57 видов (во флоре Полесья – 92), из них 20 (23) – деревья, 31 (52) – кустарники, 3 (8) кустарнички, 3 (9) полукустарники; 546 (1159) – травянистые виды.

Во флоре заказника преобладают гидромезофиты и мезогидрофиты. Это объясняется тем, что значительная часть болотного массива «Споровский» представлена как открытыми, так и в разной степени закустаренными и залесенными минеральными островами. В таких экотопах помимо типичной лесной или луговой растительности в экотонной зоне произрастает большое количество именно вышеупомянутых видов, среди которых отмечены редкие находящиеся на грани исчезновения. К сожалению, в настоящее время водные экотопы заказника в значительной мере трансформированы и почти не содержат редких и уникальных элементов. Так, например, прежде известный из озера Споровское повойничек водноперечный не регистрируется в последние годы, что связано со значительным повышением нитрификации водоема и р. Ясельда.

По отношению к трофности почвы растения наиболее богатых мест произрастания (эвтрофы) составляют 29,8 %. Несколько менее требовательные к почвенному плодородию мезоэвтрофы составляют 34,9%, мезотрофы – 30,7 %. Для условий бедного или крайне бедного минерального питания характерно 4,6 % видов, в том числе, олигомезотрофов – 3,4 % и олиготрофов – 1,2 %.

Общий уровень синантропизации заказника сравнительно низок. Антропофитный элемент флоры на 80–90 % сосредоточен на минеральных островах и на ранее мелиорированных участках, преимущественно заселяя бровки мелиоративных каналов и участки вдоль путей коммуникаций. В процессе дальнейшего функционирования заказника без вмешательства человека в природные ценозы эти территории будут постепенно освобо-

даться от этих элементов. В то же время в будущем следует обратить внимание на уменьшение антропопрессинга на наиболее синантропизированные участки заказника: акваторию и прибрежную зону оз. Споровское, мелiorативные системы, расположенной к северо-востоку от оз. Споровское и территории в окрестностях хутора Кокорица.

Как уже отмечалось выше, флора заказника насчитывает 604 вида высших сосудистых растений, из них 146 является синантропными. Значительная часть их занесены в Беларусь более 400 лет назад и, наряду с тяготением к нарушенным территориям, они прочно вошли в состав естественных угодий. Степень синантропизации флоры ООПТ составляет 24,2 %. Такой низкий процент синантропизации объясняется специфическими природными экотопами, составляющими значительную часть заказника (водные, болотные и переувлажненные). Следует отметить, что наибольшая часть видов-синантропов представлена апофитами – синантропными растениями местного происхождения, тяготеющими к нарушенным, осветленным местообитаниям: просекам, опушкам, обочинам дорог, лугам и т.д. На их долю приходится около 70 % от общего количества синантропных видов растений (112 видов).

Антропофиты, слагающие ядро синантропного элемента флоры, в зависимости от времени проникновения их на территорию страны и от степени натурализации в растительных сообществах подразделяются на следующие группы: археофиты, агриофиты, эпекофиты, эргазиофиты. Всего на антропофиты приходится 30,4 % от общего количества синантропных растений. Анализ антропофитного компонента флоры показывает, что большая часть этой группы растений относится к группе видов, не являющихся активно расселяющимися, так называемыми «инвазионными видами».

В целом флора заказника «Споровский» является типичной для Полесского региона, но при этом обладает чертами уникальности и местом концентрации редких и охраняемых видов растений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анализ и прогноз динамики трансформации ландшафтов биологических заказников "Званец" и "Споровский" на основе данных дистанционного зондирования: / В. Р. Понтус [и др.] // Особо охраняемые природные территории Беларуси: исследования. – Минск, 2006. – Вып. 2. – С. 63–69.

2. Разработка планов управления ключевыми низинными болотами Полесья План управления биологическим заказником республиканского значения «Званец: отчет НИР / Международный проект в целях сохранения биологического разнообразия; рук.темы А. В.Козулин, 127 с. – ПРООН № ВУ 99003.

К содержанию

Ю. В. БОНДАРЬ

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

ЭКОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА *RHODODENDRON* L.

На современном этапе исследований по сохранению биоразнообразия большое внимание уделяется изучению эколого-физиологических особенностей отдельных видов. Проблемы биоморфологии, экологии, изменчивости, адаптации растений являются кардинальными в области ботаники, экологии и др.

Род *Rhododendron* L. – один из самых многочисленных в семействе вересковых (*Ericaceae* Juss. (D.C.)). В мировой флоре насчитывается 1 000–1 300 видов данного рода.

Виды рода *Rhododendron* L. в Беларуси представляют научный и практический интерес как высокодекоративные красивоцветущие растения. Однако их биологические особенности и способы выращивания в массовой культуре малоизвестны в Беларуси. В связи с этим изучение биологии и особенностей культуры рододендронов является актуальной темой [1]. В озеленении населенных пунктов юго-западной части Беларуси рододендроны случаются редко. Информация о применении рододендронов и их ассортимента для озеленения практически отсутствует. Поэтому этот вопрос является актуальным.

Объектами исследования послужили видообразцы рода *Rhododendron* L., произрастающих на территории Сада непрерывного цветения УО «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина», а также в условиях юго-западной части Беларуси, а именно виды – *Rhododendron yakushmanum* L. и *Rhododendron hibridum* hort L.

Rhododendron yakushmanum L. – медленнорастущий компактный, шаровидный кустарник, высотой 0,5–1 м, диаметр кроны до 1,5 м. Листья удлиненные, длиной 5–10 см, шириной 3–4 см, кожистые, сверху темно-зеленые, снизу с плотным темно-коричневым войлочным опушением. Цветение обильное и продолжительное, с мая по начало июня. Светолюбив, но также хорошо выдерживает полутень и тень. Почвы предпочитает свежие, торфянистые, богатые гумусом, слабокислые или кислые. Зимостоек, выдерживает зимние морозы до –22–26⁰С, в зависимости от сорта, но растения в молодом возрасте лучше укрывать [1; 3]. Вид являлся объектом селекции, направленной на то, чтобы получить устойчивые к зимам, воздействию ветра и солнца

сорта рододендрона, подходящие для выращивания в небольших современных садах, альпинариях, групповых посадок в каменистых садах. Однако наиболее эффективны они в свободно расположенных группах [4].

Rhododendron hybridum hort L. – под этим названием ботанической садоводческой литературе большая группа культурных сортов вечнозеленых крупноцветковых рододендронов, выведенных на основе многочисленных диких видов и культурных сортов. Листья очередные, цельные [1; 3]. Предпочитает безизвестковые, влажные, но хорошо дренированные почвы без застойного увлажнения. Требуется высокая влажность воздуха, небольшое затенение деревьями и кустарниками. Растёт рододендрон медленно, особенно в первые годы. Корневая система поверхностная, компактная, из многочисленных мочковатых корней. Размножается семенами, черенками, отводками и делением. Является хорошим ранневесенним медоносом. Кора и листья богаты дубильными веществами [2–3].

Эколого-физиологические особенности исследуемых видов определяли по следующим параметрам: 1) количественное определение хлорофилла; 2) определение интенсивности фотосинтеза по количеству образовавшегося органического вещества; 3) определение осмотического давления клеточного сока рефрактометрическим методом; 4) определение удельной активности каталазы у растений и 5) определение транспирации весовым методом. В работе была использована общепринятая методика в физиологии растений [5].

В ходе выполнения экспериментальной части были получены следующие данные по физиологическим показателям (таблица 1).

Таблица 1 – Физиологические показатели исследуемых видов

Объекты	Физиологические показатели						
	Содержание хлорофилла (V), мл	Концентрация хлорофилла, (мг/л)	Интенсивность фотосинтеза, мг/дм ² ч	Осмотическое давление (атм)	Активность каталазы (мл/ч г)	Интенсивность транспирации, г/м ² ч	Относительная транспирация
<i>Rhododendron yakushmanum L.</i>	13,0	39,07	15,0	5,28	0,89	2,44	0,000273
<i>Rhododendron hybridum hort L.</i>	11,5	153,60	18,3333	8,16	1,12	12,96	0,001469

Из данных в таблице 1 видно, что наибольшая активность по физиологическим показателям *R. hybridum hort L.* – растение с большей массой и формой листьев в отличие от *R. yakushmanum L.*, следовательно, именно

такая форма аккумулирует больше хлорофилла, и активность каталазы также повышается. Наименьшая активность у *R. yakushmanum* L., что доказывает связь с размером и массой листа.

У представленных видов рода *Rhododendron* L. интенсивность фотосинтеза проходила в различных условиях. Проведенные исследования показали, что у *R. hybridum hort* L. и *R. yakushmanum* L. фотосинтез проходит при очень ограниченном количестве солнечных лучей, попадающих на листья.

Наименьшая активность – у *R. yakushmanum* L., что предполагает наличие устойчивого метаболизма, с балансом окислительного и восстановительного потенциалов.

Проанализировав данные исследований, можно сказать, что у *R. yakushmanum* L. более низкие исследуемые показатели, такие как активность фермента каталазы в листьях, содержание и концентрация хлорофилла, интенсивность фотосинтеза, что является видовой особенностью вида. Ориентация на физиологическое состояние исследуемых видов позволит выделять наиболее устойчивые растения (рисунок 1).

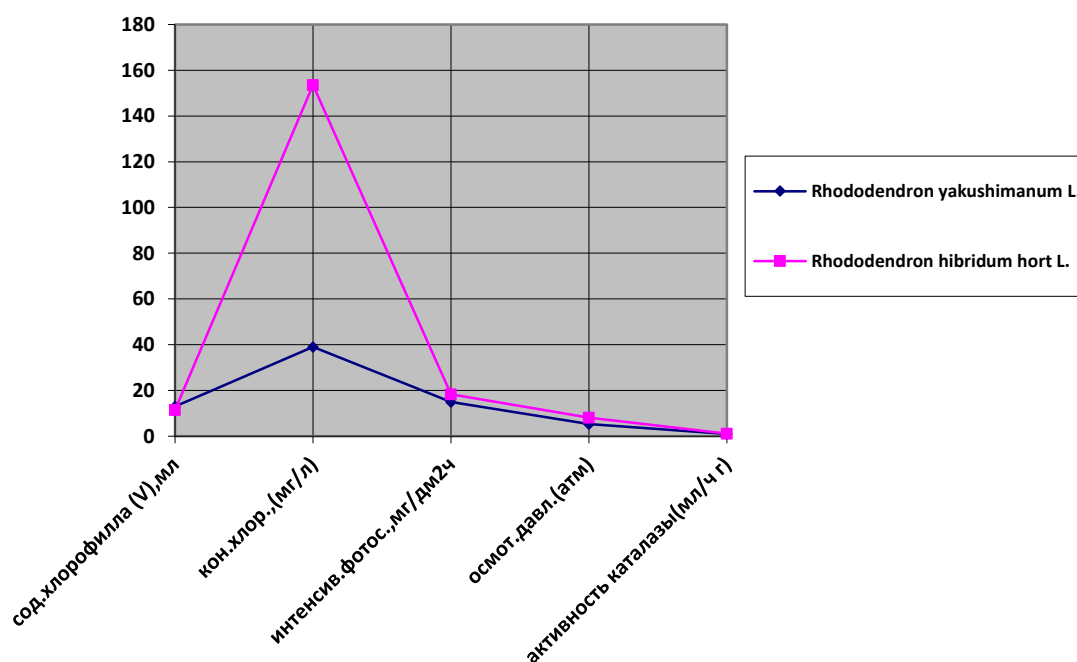


Рисунок 1 – График зависимости физиологических показателей исследуемых видов рода *Rhododendron* L.

Проведенный корреляционный анализ выявил наличие высокой корреляционной зависимости между всеми изучаемыми показателями. Это свидетельствует о том, что данные показатели можно использовать для характеристики адаптивного потенциала растений исследуемого рода.

Определение физиологических показателей видов показал, что представленные виды имеют достаточно высокую активность: *R. hybridum hort L.* показал максимальные показатели по интенсивности фотосинтеза и транспирации, концентрации хлорофилла, размерам и массе листьев. Существует взаимосвязь показателей: прямо пропорциональная зависимость интенсивности транспирации от осмотического давления; интенсивности фотосинтеза от осмотического давления, а также активность каталазы от содержания хлорофилла. Сравнительный анализ данных активности и внешнего вида, а также условий произрастания рододендронов показал, что физиологическая активность больше у крупнолистных видов. Высокие показатели могут свидетельствовать также и о высоком содержании питательных веществ (*R. hybridum hort L.*).

Таким образом, между подобранными для рода *Rhododendron L.* физиологическими показателями, характеризующими адаптивный потенциал растений, существует высокая корреляционная зависимость, что позволит произвести более глубокое изучение видовых особенностей листопадных видов рододендронов. Мониторинг показателей ферментативной и фотосинтетической активности позволит осуществлять прогноз направленности физиологических процессов, на основе чего проводить поиск наиболее адаптированных видов и сортов, обладающих более мощным защитным механизмом, и определять оптимальные экологические ниши для закладки насаждений с учетом биологических особенностей данной культуры.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александрова, М. С. Аристократы сада : красивоцветущие кустарники / М. С. Александрова. – М. : ЗАО «Фитон», 1999. – 192 с.
2. Гайшун, В. В. Рододендроны / В. В. Гайшун. – М. : Издательский Дом МСП, 2004. – 32 с.
3. Дьякова, Т. Н. Декоративные деревья и кустарники: новое в дизайне вашего сада / Т. Н. Дьякова. – М. : Колос, 2001. – 360 с.
4. Кондратович, Р. Я. Рододендроны в Латвийской ССР : Биологические особенности культуры : монография / Р. Я. Кондратович; ред. Х. А. Мауриня ; Латвийский госуд. ун-т им. П. Стучки. – Рига : Зинатне, 1981. – 332 с.
5. Полевая практика по физиологии растений : метод. указания к выполнению лабораторных работ (для студ. биолог. и географ. фак-ов) / В. М. Еремин [и др.]. – Брест : БрГУ, 1998. – 27 с.

К содержанию

А. С. БУКО

Витебск, ВГУ имени П. М. Машерова

ОЦЕНКА ЖИЗНЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПРИДОРОЖНОЙ ДРЕВЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА УЧАСТКАХ БЛИЗ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ВОКЗАЛА ГОРОДА ВИТЕБСКА

Витебск является одним из крупных городов Беларуси, учитывая наличие в нем развитой сети автомобильных дорог, их плотности и самого географического расположения города, проведение исследований на установленную тему значимо и в экологическом, и в гуманитарном, и в рекреационном плане.

Распространение загрязняющих веществ в воздухе, воде и почве, шумовое воздействие – все это оказывает огромное влияние на растительный мир в условиях городской среды. Такие процессы, безусловно, оказывают большое влияние на здоровье человека: отдаленность или отсутствие представителей флоры приводит к различным заболеваниям, которые, к сожалению, являются результатом антропогенного воздействия. Поэтому необходимость в озеленении города, мониторинге зеленых насаждений в различных функциональных зонах города и улучшения их состояния в настоящее время как никогда актуальны [1].

Цель работы – провести оценку состояния древесной растительности вблизи автомобильных дорог в условиях городской среды.

Полевые исследования проводились в г. Витебске: на Привокзальной площади (0,256 км), ул. Космонавтов (0,800 км), ул. Кирова (0,65 км) в летний период 2021–2023 гг. Объект исследования – древесная растительность, для анализа которой использовали метод маршрутов. Во время следования по маршрутам составляли список видов древесной растительности, оценивали их жизненное состояние. Качественный анализ проводили при помощи метода оценки состояния деревьев по 5-балльной шкале с 1-го по 5-ый класс [3].

После сбора материала была произведена обработка данных в Microsoft Office Excel, а для визуализации данных и создания их базы использовали программу QGIS (работа в данной программе осуществляется на английском языке).

Интегральная оценка состояния древесных насаждений проводилась с использованием индекса жизненного состояния древостоя [2] по следующей формуле:

$$L_n = (100n_1 + 70n_2 + 40n_3 + 5n_4)/N,$$

где L_n – индекс жизненного состояния древостоя; n_1 – количество здоровых деревьев, n_2 – ослабленных, n_3 – сильно ослабленных, n_4 – отмирающих (умирающих), согласно классам; N – общее количество деревьев (включая сухостой).

На основе модифицированной шкалы В. А. Алексеева при значении индекса состояния древостоев 100–90 % они относятся к категории «здоровые», при 89–80 % – «здоровые с признаками ослабления», 79–70 % – «ослабленные», 69–50 % – «поврежденные», 49–20 % – «сильно поврежденные», менее 20 % – «разрушенные» [1].

Видовой состав древесной растительности на исследуемых участках Железнодорожного района г. Витебска, представлен 21 видом: каштан конский обыкновенный (*Aesculus hippocastanum* L.), липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill), липа крупнолистная (*Tilia platyphyllos* Scop.), береза повислая (*Betula pendula* Roth), ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior* L.), яблоня домашняя (*Malus domestica* Borkh.), клен остролистный (*Acer platanoides* L.), клен ясенелистный (*Acer negundo* L.), дуб черешчатый (*Quercus robur* L.), лиственница европейская (*Larix decidua* Mill), ель обыкновенная (*Picea abies* L.), ива белая (*Salix alba* L.), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.), туя западная 'Smaragd' (*Thuja occidentalis* 'Smaragd' L.), ель колючая (*Picea pungens* Engelm.), яблоня Недзвецкого (*Malus niedzwetzkyana* Dieck ex Koehne), груша обыкновенная (*Pyrus communis* L.), туя западная (*Thuja occidentalis* L.), туя западная 'Danica' (*Thuja occidentalis* 'Danica' L.), туя западная золотистая (*Thuja occidentalis* Aurea L.), ольха серая (*Alnus incana* L.).

Преобладающими на Привокзальной площади являются: туя западная 'Danica' (25,2 %), липа мелколистная (24,2 %), туя западная золотистая (13%); на ул. Космонавтов: липа крупнолистная (27,1 %), яблоня домашняя (25,3 %), липа мелколистная (11,6 %); на ул. Кирова: липа мелколистная (70,5 %), каштан конский обыкновенный (14,5 %), ясень обыкновенный (4,5 %). Всего на первом участке зафиксировано 13 видов деревьев, на втором 14, на третьем 10.

Таким образом, после проведения полевых исследований, установлено (рисунок):

на Привокзальной площади доля здоровых (healthy) деревьев составляет – 68,6 % (142 дерева), ослабленных (weakened) – 25,1 % (52 дерева), сильно ослабленных (severely weakened) – 5,4 % (11 деревьев) и усыхающих (shrinking) – 0,9% (2 дерева);

на ул. Космонавтов: здоровые – 40,2 % (111 деревьев), ослабленные – 36,8 % (102 дерева), сильно ослабленные – 19,1 % (53 дерева), усыхающие – 2,5 % (7 деревьев) и сухостой (deadwood) – 1,4 % (4 дерева);

на улице Кирова здоровых – 72,9 % (327 деревьев), ослабленных – 17,9 % (80 деревьев), сильно ослабленных – 6,7 % (30 деревьев), усыхающих – 1,8 % (8 деревьев), сухостой – 0,7 % (3 дерева).

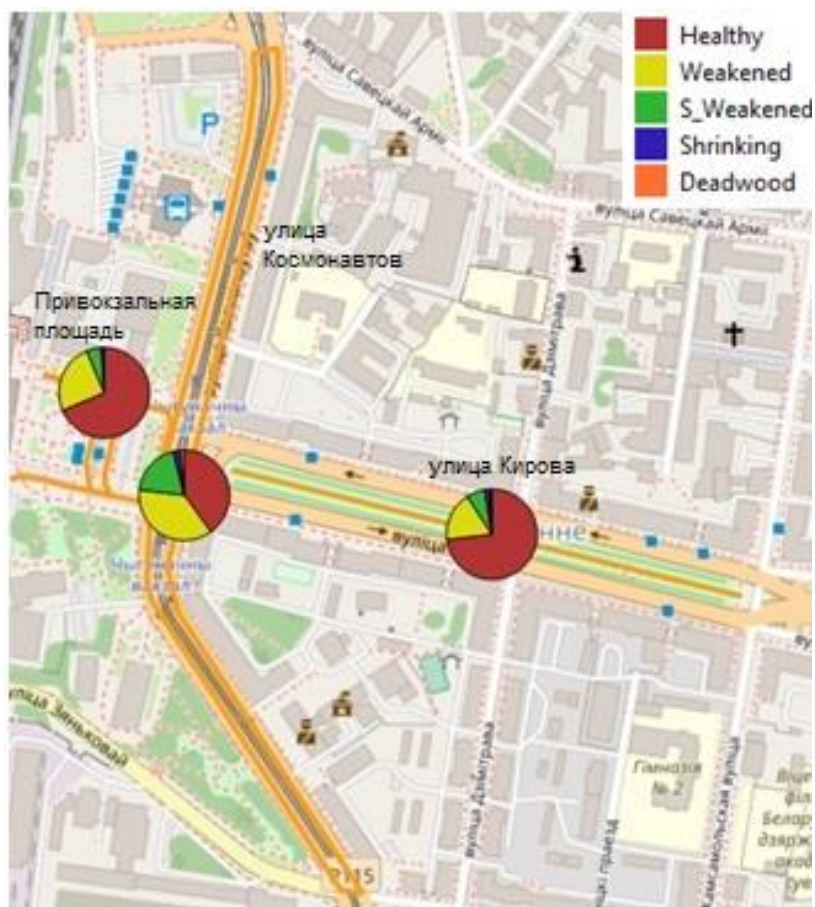


Рисунок – Применение программы QGIS для картирования жизненного состояния древостоя на исследуемых улицах

В ходе исследования установлено, что на первом участке индекс жизненного состояния древесной растительности составил 88,0 %, на третьем – 88,3 %, что характеризует древесную растительность на данных территориях как здоровую с признаками ослабления; на втором участке данный показатель составил 73,6 % соответственно – это означает, что древостой здесь относится к третьей категории «ослабленный».

Заключение. На исследуемых участках города Витебска жизненный индекс древесной растительности колебался от 88 % на Привокзальной площади до 73,6 % на ул. Кирова. Доля здоровых деревьев увеличивалась: ул. Космонавтов (40,2 %) – Привокзальная площадь (68,6 %) – ул. Кирова (72,9 %).

Программа QGIS позволяет визуализировать исследуемые показатели и создавать карту жизненного состояния древостоя на улицах города.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Оценка экологического состояния древесной растительности в условиях городской среды (на примере г. Витебска) / И. А. Литвенкова, П. А. Галкин, А. Н. Галкин [и др.] // Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя П.М. Машэрава. – 2023. – № 1. – С. 52–59. – Режим доступа: <https://rep.vsu.by/handle/123456789/37225>. – Дата доступа: 29.08.2023.

2. Методические рекомендации к оценке и картографированию состоянию состояния и устойчивости насаждений городов к антропогенным воздействиям / А.В. Пугачевский [и др.] // Природные ресурсы: межведомственный бюллетень № 3. – Минск: Беларус. навука, 2007. – С. 34–36.

3. Методы полевых экологических исследований : учеб. пособие; редкол.: А. Б. Ручин [и др.]. – Саранск : Изд-во Мордов. Ун-та, 2014. – 412 с.

К содержанию

УДК 581.93

М. М. ВАБИЩЕВИЧ

Минск, ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси»

РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ИСТОРИИ ИЗУЧЕНИЯ ФЛОРЫ ГОРОДА ПИНСКА

В последние годы большое значение приобретает изучение региональных флор, особенно тех, которые по различным причинам оставались изученными слабо и неравномерно, либо наоборот, были достаточно детально изучены в прошлом, но в последние годы оставались вне поля зрения флористов. Это в значительной мере относится и к флоре города Пинска, которая изучалась рядом ботаников на протяжении длительного времени, однако полученные данные так и не были обобщены.

Вместе с тем, урбанофлоры привлекают все большее внимание исследователей, поскольку в пределах города формируются совершенно новые экотопы, для которых характерно развитие своеобразных синантропных флористических комплексов [1]. Вышесказанное определяет цель и актуальность данной работы – выполнить ретроспективный анализ истории изучения флоры г. Пинска и определить направления ее современного изучения.

Анализируя доступные литературные источники и материалы гербарных коллекций, можно сказать, что изучение флоры г. Пинска начинается в первые десятилетия XIX столетия. Однако не стоит исключать тот факт, что в городе с 1638 г. действовал Иезуитский коллегиум, в котором кроме богословия преподавались иностранные языки, литература, логика, история и география. Все это не исключает возможность начало изучения флоры Полесья в данный период [2]. Спустя почти 200 лет, Полесской низменностью

заинтересовались исследователи из Виленского университета (С. Горский, Я. Богуслав, К. Федорович, Я. Колодичек и др.). В 1820-е гг. в журнале «Pamiętnik farmaceutyczny Wileński» были опубликованы заметки аптекаря П. Вагнера о собранных им в окрестностях г. Пинска растениях. Среди них были отмечены *Cirsium setosum* (Willd.) Bess., *Euphorbia esula* L., *Chenopodium bonus-henricus* L., *Nigella arvensis* L., *Aldrovanda vesiculosa* L. [3]. В 1830 г. была издана флористическая работа Э. Эйхвальда [4], в которой указываются некоторые редкие для г. Пинска и его окрестностей виды. Ряд приведенных в ней таксонов (*Atriplex rosea* L., *Eremogone saxatilis* Ikonn., *Chenopodium ambrosioides* L. и др.) сегодня во флоре г. Пинска уже не отмечаются. Эпизодические сведения о флоре г. Пинска приводятся в работах Ё. Юндзилла [5], Е. Линдеманна [6], А. Ремана [7], И. Зеленского [8], В. В. Пашкевича [9]. Более подробные сведения о флоре изучаемой территории встречаются в работе И. К. Пачоского «Флора Полесья и прилежащих местностей» [10–12]. Для данной территории автор приводит ряд аборигенных и адвентивных видов *Agrostemma githago* L., *Thalictrum flavum* L., *Batrachium trichophyllum* (Chaix ex Vill.) Bosc, *Myosurus minimus* L., *Rorippa palustris* (L.) Besser, *Juniperus communis* L., *Gypsophila paniculata* L. и др.

Сводный труд И. К. Пачоского также включает материалы М. Твардовской, собиравшей в эти же годы гербарий и впоследствии опубликовавшей списки редких аборигенных, адвентивных, а также культивируемых видов для Пинского уезда [13, 14]. В окрестностях г. Пинска в 1930-е гг. выполнял геоботаническое изучение полесских болот известный польский исследователь С. Кульчинский, в работах которого приводятся ценные сведения по флоре окрестных территории [15–17].

Дальнейшее изучение флоры г. Пинска, как и всего Полесья, связано с деятельностью советских исследователей уже после окончания Второй мировой войны. В 1953 г. была опубликована монография В. А. Михайловской «Флора Полесской низменности» [18], в которой был приведён перечень известных к тому времени видов с указанием мест их произрастания, в том числе и на территории г. Пинска.

В последующие годы внимание белорусских ботаников было уделено изучению луговой растительности и разработке путей улучшения лугов с целью развития кормовой базы, классификации и типологическому изучению полесских лесов, а также влиянию осушения болот на динамику растительности. Соответственно флоре г. Пинска в эти годы уделялось незначительное внимание. Однако, начиная с конца 1970-х гг. здесь выполнял свои исследования Д. И. Третьяков при подготовке диссертационной работы «Роль синантропного компонента в формировании флоры Белоруссии» [19]. Им был обнаружен ряд новых видов для флоры данного города (*Atriplex oblongifolia* Waldst. et Kit., *Amaranthus palmeri* S. Watson, *Trifolium*

subterraneum L., *Cakile euxina* Pobed., *Erucastrum armoracioides* Cruchet, *Ambrosia psilostachya* DC. и др.), составлены точные флористические списки, которые, к сожалению, так и не были опубликованы. Отдельные сведения по культивируемым древесным интродуцентам встречаются в работах А.Т. Федорука, который активно изучал дендрофлору западной части Беларуси [20]. Для г. Пинска он впервые приводит такие виды как *Pinus nigra* J.F. Arnold., *Robinia luxurians* (Dieck) Rydb., *Fagus sylvatica* L., *Juglans cinerea* L. и многие другие.

В начале 2000-х гг. с подготовкой многотомного издания «Флора Беларуси» значительно активизировались флористические исследования, в результате чего накапливались отдельные сведения и о флоре г. Пинска. Более детальные данные были получены А.Н. Мясиком при подготовке диссертационной работы «Современная структура и тенденции антропогенной трансформации флоры Припятского Полесья» [21]. Для г. Пинска им указывается ряд дикорастущих (*Veronica persica* Poir., *Hesperis matronalis* L., *Veronica filiformis* Sm., *Ornithogalum umbellatum* L.) и культивируемых (*Acer mandshuricum* Maxim., *Vaccopa diffusa* Loefgr. et Edwall, *Salvia officinalis* L. и др.) видов.

Таким образом, флора г. Пинска имеет почти двухвековую историю изучения различными ботаниками, которыми накоплен ценнейший материал для ее ретроспективного анализа. Обобщение ранее полученных данных и их сравнение с современными позволит впервые получить оригинальные сведения о состоянии урбанофлоры крупного города в условиях южной части Беларуси.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ильминских, И. Г. Обзор работ по флоре растительности городов / И. Г. Ильминских // Географич. вестн. – 2011. – № 1. – С. 49–65.
2. Мясик, А. Н. История изучения флоры Припятского Полесья // А. Н. Мясик // Историко-биологические исследования. – 2023. – Т. 15, № 2. – С. 7–37.
3. Wiadomość o świeżo odkrytych lub rzadszych roślinach przybyłych do Flory Lit. w r. 1821 / P. Besser [i in.] // Pamiętnik farmaceutyczny Wileński. – 1822. – Т. 2. Nr 4. – S. 649–653.
4. Eichwald, E. Naturhistorische Skizze von Lithauen, Volhynien und Podolien in geognostisch-mineralogischer, botanischer und zoologischer Hinsicht / E. Eichwald. – Wilno : Gedruckt bei Joseph Zawadzki, 1830 – 256 s.
5. Jundzill, J. Opisanie roślin w Litwie, na Wołyniu, Podolu i Ukrainie dziko rosnących, iako i oswojonych, podług wydania XVI układu roślin Linnaeusza / J. Jundzill. – Wilno : Nakładem Józefa Zawadzkiego, 1830. – 583 s.
6. Lindemann, E. Prodmorus florum Tschernigovianae, Mohilevianae, Minskianae nec non Grodnovianae / E. Lindemann // Bull. de la Sociéte Impériale des naturalistes de Moscou. – 1850. – Vol. 23, № 2. – P. 475–486.

7. Rehman, A. Kotlina Prypeci i błota pińskie pod względem przyrodniczym. III. / A. Rehman // *Ateneum*. – 1886. – Т. III, z. III. – S. 479–492.
8. Зеленский, И. Материалы для географии и статистики России, собранные офицерами генерального штаба. Минская губерния. Часть I. / И. Зеленский. – СПб. : Военная типография, 1864. – 672 с.
9. Пашкевичъ, В. Очеркъ флоры цвѣтковыхъ растений Минской губернии / В. Пашкевичъ // *Тр. Санкт-Петербург. о-ва естествоисп.* – 1883. – Т. XIII, Вып. 2. – С. 111–229.
10. Пачоскій, І. К. Флора Полѣсья и прилежащихъ мѣстностей (Окончаніе) / І. К. Пачоскій // *Тр. Императ. Санкт-Петербург. о-ва естествоисп. Отд-ніе ботан.* – 1900. – Т. 30, Вып. 3. – С. 1–103.
11. Пачоскій, І. К. Флора Полѣсья и прилежащихъ мѣстностей (Продолженіе) / І. К. Пачоскій // *Тр. Императ. Санкт-Петербург. о-ва естествоисп. Отд-ніе ботан.* – 1899. – Т. 29, Вып. 3. – С. 1–115.
12. Пачоскій, І. К. Флора Полѣсья и прилежащихъ мѣстностей. Часть I. / І. К. Пачоскій // *Тр. Императ. Санкт-Петербург. о-ва естествоисп. Отд-ніе ботан.* – 1897. – Т. 27, Вып. 2. – С. 1–260.
13. Twardowską, M. Spis roślin zebranych z Szemetowszczyzny i z Welesnicy w latach 1893, 1894 / M. Twardowską // *Pam. Fizyjogr.* – 1896. – Т. XIV, dz. III. – S. 115–118.
14. Twardowską, M. Przyczynek do flory Pińszczyzny / M. Twardowską // *Pam. Fizyjogr.* – 1884. – Т. IV, dz. III. – S. 423–433.
15. Kulczyński, S. Peat bogs of Polesie / S. Kulczyński. – Cracovie : *Memoirs Academy of Cracovi*, 1939. – 315 s.
16. Kulczyński, S. Torfowiska Polesia : w II t. / S. Kulczyński. – Kraków : Uniwersytet Jagielloński, 1939–1940. – Т. I. – 1939. – 354 s.
17. Kulczyński, S. Torfowiska Polesia : w II t. / S. Kulczyński. – Kraków : Uniwersytet Jagielloński, 1939–1940. – Т. II. – 1940. – 345 s.
18. Михайловская, В. А. Флора Полесской низменности / В. А. Михайловская. – Минск : Изд-во АН БССР, 1953. – 453 с.
19. Третьяков, Д. И. Роль синантропного компонента в формировании флоры Белоруссии : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.05 / Д. И. Третьяков ; Ин-т эксперим. бот. им. В. Ф. Купревича АН БССР. – Минск, 1990. – 20 с.
20. Федорук, А. Т. Древесные растения садов и парков Белоруссии / А. Т. Федорук. – Минск : Наук. и техн., 1980. – 208 с.
21. Мялик, А. Н. Современная структура и тенденции антропогенной трансформации флоры Припятского Полесья : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.02.01 / А. Н. Мялик ; Ин-т эксперим. бот. им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси. – Минск, 2022. – 31 с.

К содержанию

Д. Б. ВЛАСОВА, Н. Ю. СУХОВИЛО

Минск, БГУ

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ВЫСШЕЙ ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ УНИКАЛЬНЫХ ОЗЕР НАРОЧАНСКОГО РЕГИОНА

В экосистеме озер высшая водная растительность выполняет ряд экологических функций (филтрационная, окислительная и минерализирующая, детоксикация, биоцидная, накопление радиоактивных элементов и др.), которые тесно связаны, формируют и определяют качество воды в водоёме, накопление и круговорот химических элементов в биоте и донных отложениях. Сообщества высшей водной растительности являются мощным биологическим фильтром и средообразующим фактором [1].

Объектом исследования являются малые, (площадью менее 1,0 км²) и очень малые (менее 0,1 км²) озера Нарочанского региона. Среди всего разнообразия среди них встречаются уникальные озера, которые имеют природоохранное значение в качестве регулятора стока и мест произрастания редких и охраняемых видов фауны и флоры. Особый интерес представляют ранее не изученные озера. Исходными материалами послужили результаты экспедиционного обследования и данные дистанционного зондирования Земли (ДДЗЗ).

Основное количество озер этой группы относятся к дистрофному или ацидотрофному типу с низкой минерализацией, бедных питательными веществами [2]. Озера принадлежат к гелогидрофитному типу зарастания и имеют бедный видовой состав (менее 10 видов). Около 70 % от общего числа озер отличаются слабой и умеренной степенью зарастания (10 – 40 %). Урожайность фитоценозов варьируется в широких пределах (0,5 – 6 кг сырого и 0,01 – 2,0 кг воздушно-сухого веса на квадратный метр зарослей). Подавляющее большинство водоемов (55 % от числа обследованных) имеют низкую биомассу высших водных растений (менее 0,2 кг/м²), 5 % водоемов – высокую биомассу макрофитов (более 0,4 кг/м²).

Озеро Болдучица. Относится к неглубоким водоемам, максимальная глубина 5,3 м. Водная растительность распространена очень широко, зарастает 94,5 % акватории. Надводные растения произрастают почти сплошной полосой, занимая 12,9 % площади озера. Основу яруса составляют тростник обыкновенный, рогоз широколистный и растение, имеющее 1 категорию охраны, занесенное в Красную книгу Республики Беларусь – меч-трава мор-

ская или обыкновенная (*Cladium mariscus*) [3], которая занимает весь северный и северо-восточный берег. Менее распространены осоки. На юге водоема встречается вахта трехлистная.

Среди растений с плавающими листьями доминирует рдест плавающий, в северо-восточном и северо-западном заливах произрастают кувшинка и кубышка. Распространены они достаточно широко, занимая 17 % водной поверхности. Погруженные макрофиты распространяются до глубины 4,7 м. Наиболее распространены рдесты блестящий и пронзеннолистный, пузырчатка, уруть мутовчатая и колосистая. На их долю приходится 64,7 % площади озера.

Озеро Глубелька. Для озера характерно широкое распространение высшей водной растительности. В надводном ярусе доминируют тростник и осока, но их заросли разрежены и не образуют сплошной полосы. На юго-востоке озера произрастает ежеголовник. Меч-трава (*Cladium mariscus*), редкий, исчезающий вид флоры, занесенная в Красную книгу Республики Беларусь, 1 категория охраны, встречается единичными экземплярами и находится в угнетенном состоянии, что может быть связано с естественными циклами ее развития. [3]. Произрастает в прибрежной полосе в тростниковых и осоковых зарослях, преимущественно на заторфованных грунтах, вдоль северного побережья. Ширина полосы надводных растений не превышает 10 м, занимают 5,3 % площади озера. Растения с плавающими листьями, представлены кувшинкой белой, широко распространены в юго-восточном заливе, занимают 4,8 % площади озера и произрастают до глубины 3,5 м. Погруженные растения (харовые водоросли, реже уруть мутовчатая, телорез алоэвидный, рдест блестящий, рдест курчавый) произрастают до глубины 6 м, глубже распространен водяной мох. Общая площадь зарастания составляет 59,9 % площади озера, при этом погруженные макрофиты занимают 52,4 % площади водоема.

Озеро Глубля. Надводные макрофиты в озере не образуют сплошной полосы, доминируют тростник и осока. Они занимают 2,1 % площади озера. Растения с плавающими листьями представлены кубышкой и кувшинкой, встречаются на 0,7 % площади озера. Погруженные макрофиты (уруть, роголистник, рдесты: блестящий, пронзеннолистный, волосовидный, харовые водоросли) образуют сплошную полосу вдоль побережья и распространяются до глубины 6,7 м. В составе погруженных растений повсеместно присутствуют редкие виды – наяда (*Najas sp.*), хвостник (*Hippuris vulgaris L.*). Общая площадь распространения макрофитов в озере 19 %, что позволяет отнести его к слабо зарастающим водоемам.

Озеро Дягили. Надводные растения занимают 2 % площади озера и формируют почти сплошную полосу у северного и западного берегов. Основные представители – тростник, ситняг и камыш. Реже встречаются хвоц

и осока. На юге и востоке надводная растительность отсутствует. Растения с плавающими листьями произрастают у северного берега, образуют полосу шириной до 20 м и представлены рдестом плавающим и кубышкой желтой. Площадь их распространения аналогична площади распространения надводных макрофитов. Прозрачность до дна способствует тому, что разреженная погруженная растительность встречается по всей площади озера. Основными представителями являются уруть колосистая, уруть мутовчатая, роголистник и рдест блестящий, у берега – телорез алоэвидный.

Озеро Омшарник и озеро Мертвое. Относятся к дистрофному типу, имеют сплавинные берега, что нашло свое отражение в характере распространения макрофитов.

Полоса надводных растений в озерах отсутствует, сплавины формируют осоки. Растения с плавающими листьями в озере Мертвое произрастают небольшими участками у берега, в озере Омшарник отмечаются на значительном расстоянии от береговой линии, что связано с небольшой глубиной озера. Исследование характера распространения погруженных макрофитов затруднительно из-за характера берегов озер. Как правило, в дистрофных водоемах погруженная растительность разрежена либо вовсе отсутствует из-за недостатка питательных веществ.

Озеро Большой Болтик. Из-за крутых склонов котловины и не выраженности литорали озеро зарастает слабо. Надводные макрофиты не образуют сплошной полосы, представлены тростником и камышом, и занимают прибрежную часть до глубины 1,6 м, что составляет 5,2 % площади акватории. У берега также встречаются аир и рогоз. Растения с плавающими листьями распространяются до глубины 2 м, занимают 1,4 % площади водоема и представлены кубышкой, кувшинкой и рдестом плавающим.

Погруженные растения (рдест пронзеннолистный, роголистник) формируют узкую полосу до глубины 3,1 м. Глубже произрастает водяной мох фонтиналис. Растения этого яруса занимают 33,9 % акватории. Озеро относится к водоемам с умеренным типом зарастания. Макрофиты занимают 40,5 % площади водоема.

Озеро Малый Болтик. Водная растительность не отличается богатством видового состава. Надводные макрофиты распространены на 3,7 % площади озера, сплошной полосы не образуют и представлены осокой, тростником. Реже встречаются камыш, рогоз широколистный, хвощ речной.

Растения с плавающими листьями образуют небольшие ассоциации из кубышки и кувшинки, у северного берега – рдеста плавающего и водокраса. Глубина распространения 1–1,5 м, площадь зарослей – 0,7 % акватории. Погруженная растительность представлена рдестом узколистным, урутью,

рдестом пронзеннолистным (до глубины 3,2 м) глубже произрастает водяной мох фонтиналис, занимает 36,3 % площади озера. Общая площадь зарастания 40,7 % площади водоема обусловлена узкой шириной литорали.

Озеро Ильгиня. Отличается крайне бедным видовым составом макрофитов, а также незначительной площадью их распространения (4,6 %). Надводные растения не образуют полосы, произрастают отдельными участками и представлены, в основном, осокой. На востоке озера встречается хвощ речной, на западе – вахта трехлистная. Они произрастают на 2,5 % площади озера. Растения с плавающими листьями (кувшинка чисто-белая) также не получили широкого распространения. Произрастают вдоль берегов до глубины 1,5 м и занимают 2,1 % площади водной поверхности. Погруженные растения отсутствуют полностью. Озеро относится к дистрофному типу, вода в нем отличается крайне низкими минерализацией и содержанием биогенных элементов.

Озеро Выдренок. Высшая водная растительность развита очень слабо. Вдоль сплавинных берегов встречаются единичные экземпляры кубышки желтой. Надводная и погруженная растительность в озере отсутствует. Крайне низкая степень зарастания озера, полное отсутствие надводной и погруженной растительности в оз. Выдренок – результат особых экологических условий лимносистем дистрофного типа.

Таким образом, исследованные озера, имеющие высокий природоохранный статус, в основном, относятся к группам дистрофных и мезотрофных озер, которые характеризуются, слабым поступлением питательных веществ, и отличаются низкой, реже умеренной степенью зарастания. Подавляющее большинство озер имеют низкую биомассу высших водных растений. Однако, эти озера являются уникальными, поскольку являются местами произрастания охраняемых видов, таких как меч-трава обыкновенная (*Cladium mariscus*) (озера Болдучица, Глубелька), наяда (*Najas sp.*), хвостник (*Hippuris vulgaris L.*) (озеро Глубля).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Высшие водные растения Беларуси. Эколого–биологическая характеристика, использование и охрана Г. С. Гигевич, Б. П. Власов, Г. В. Вынаев. – Минск : БГУ, 2001. – 231 с.
2. Петрова, М. И. Типизация озер Белорусского Поозерья на основании абиотических показателей /М. И. Петрова, Б. П. Власов // Вестник БГУ. – Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. – 2008, №4.
3. Красная книга Республики Беларусь. Животные. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных. – Минск : БелЭн, 2006, 320 с.

К содержанию

В. Н. ГЕЛЕНКО, Н. М. МАТУСЕВИЧ

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

ОСЕННЯЯ АЛЬГОФЛОРА ПРУДА ВЫЧУЛКИ Г. БРЕСТА

Водоемы постоянно испытывают комплексное влияние ряда антропогенных факторов, среди которых загрязнение промышленными, коммунально-бытовыми, сельскохозяйственными стоками, ливневыми стоками с населенных мест. Определение разнообразия водорослей позволяет установить экологическое состояние водоема, степень и тип загрязнения и пути его распространения в водной среде [1].

Водоросли участвуют в образовании органического вещества, круговороте соединений биогенных элементов, имеют большое значение для индикационных и мониторинговых исследований. Изучение водорослей представляет большой интерес для оценки биоразнообразия и мониторинга состояния пресноводных водоемов, находящихся под угрозой или уже подверженных антропогенному воздействию, для прогнозирования и выработки рекомендаций по сохранению и нормальному функционированию природных комплексов [2]. Возросло теоретическое значение водорослей в качестве объектов исследования при решении физиологических, биохимических, биофизических, экологических и общебиологических проблем [3].

Пруд Вычулки (52.10004° N, 23.80863° E) находится в районе Вычулки г. Бреста. Немного южнее протекает река Мухавец, чуть севернее проходит крупная автомобильная дорога Брест–Кобрин. Площадь пруда составляет $0,234 \text{ км}^2$ и относится он к небольшим водоемам, происхождение – природно-антропогенное. Исходя из степени удлиненности равной $2,24 \text{ км}$, можно сделать вывод что водоем является удлиненным (таблица) [4].

Таблица 1 – Гидроморфологические параметры пруда Вычулки [4]

Водоем	Происхождение	Площадь A , км^2	макс длина L , км	макс ширина B , км	Длина береговой линии L_1 , км	Степень развития береговой линии, L^*	Коэффициент удлиненности, S
Пруд Вычулки	Природно- антропогенное	0,234	0,706	0,602	2,120	1,17	2,24

Вокруг пруда встречаются деревья и кустарники, имеются места для ловли рыбы, созданные антропогенным путем. Вода в пруде мутная, ярко выражено цветение воды. На озеро оказывает влияние антропогенное воздействие, вызванное сельским хозяйством, использованием удобрений, навоза и пестицидов, животноводством от частного сектора (в виде пастбищ для животных), загрязнением из-за промышленных стоков и бытовых сточных вод. С трех сторон пруда находится частный сектор, имеются оживленные дороги. Также рядом находится УЗ «Брестский онкологический диспансер», УЗ «Брестская областная клиническая больница» и ОАО «Тепличный комбинат «Берестье».

Объектом исследования явились водоросли, обитающие в пруде Вычулки. Для определения водорослей использовался «Определитель пресноводных водорослей СССР» под общей редакцией Голлербаха М. М. [5]. Таксономическая структура составлена согласно таксономическому каталогу [6].

В результате исследования были обнаружены и определено 10 родов водорослей, относящихся к 3 отделам, 7 классам, 9 порядкам, 9 семействам.

Отдел Сине-зеленые водоросли – *Cyanophyta*

Класс Хроококковые – *Chroococcophyceae*

Порядок Хроококковые – *Chroococcales* Geitt.

Семейство Микроцистовые – *Microcystidaceae* Elenk.

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

Класс Гормогониевые – *Hormogoniophyceae*

Порядок Осцилляториевые – *Oscillatoriales* Elenk. em. Kondrat.

Семейство Осцилляториевые – *Oscillatoriaceae* (Kirchn.) Elenk. s. strict.

Род Лингбия – *Lyngbya* Ag.

Порядок Ностокальные – *Nostocales* (Geitl.) Elenk. mut.

Семейство Анабеновые – *Anabaenaceae* Elenk.

Род Анабена – *Anabaena* Bory

Отдел Диатомовые водоросли – *Bacillariophyta*

Класс Пеннатофициевые – *Pennatophyceae*

Порядок Бесшовные – *Araphales*

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

Род Синедра – *Synedra* Ehr.

Порядок Шовные – *Raphales*

Отдел Зеленые водоросли – *Chlorophyta*

Класс Протококковые – *Protococcophyceae*

Порядок Хлорококковые – *Chlorococcales* Marchand

Семейство Хлорококковые – *Chlorococcaceae* Blackman et Tansley

Род Хлорококк – *Chlorococcum* Menegh.

Семейство Ооцистовые – *Oocystaceae* Bohlin

Род Хлорелла – *Chlorella* Beyer.
Класс Конъюгаты, или Сцеплянки – *Conjugatophyceae*
Порядок Зигнемовые – *Zygnematales*
Семейство Зигнемовые – *Zygnemataceae* Menegh.
Род Зигнема – *Zygnema* Agardh
Класс Улотриксовые – *Ulothrichophyceae*
Порядок Улотриксовые – *Ulothrichales* Bohlin
Семейство Улотриксовые – *Ulothrichaceae* Kütz.
Род Улотрикс – *Ulothrix* Kütz.
Класс Вольвоксовые – *Volvocophyceae*
Порядок Вольвоксовые – *Volvocales* Oltmanns
Семейство Спондиломоровые – *Spondilomoraceae* Korschik.
Род Вольвокс – *Volvox* Linne
Род Гониум – *Gonium* O. F. Müll.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барина, С. С. Водоросли-индикаторы в оценке качества окружающей среды / С. С. Барина, Л. А. Медведева, О. В. Анисимова. – М. : ВНИИ природы, 2000. – 150 с.
2. Топачевский, А. В. Пресноводные водоросли Украинской ССР / А. В. Топачевский, Н. П. Масюк. – Киев : Вища школа. Головное изд-во, 1984. – 336 с.
3. Кириченко, Л. А. Об экологическом состоянии водоемов урботерриторий юго-запада Беларуси в весенний период 2020 г. / Л. А. Кириченко, А. А. Волчек // Развитие географических исследований в Беларуси в XX–XXI веках [Электронный ресурс] : материалы междунар. науч.-практ. оч.-заоч. конф., посвящ. 100-летию Белорус. гос. ун-та, 60-летию каф. физ. географии и образоват. технологий, 100-летию со дня рождения проф. О. Ф. Якушко, Минск, 24–26 марта 2021 г. / Белорус. гос. ун-т ; под общ. ред. П. С. Лопуха ; редкол.: П. С. Лопух (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2021. – С. 412–422.
4. Курбонова, П. А. Альгофлора водоемов бассейна реки Гунт (Памир): автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.01 / П. А. Курбонова. – Новосибирск, 2012. – 17 с.
5. Голлербах, М. М. Определитель пресноводных водорослей СССР / под общей ред. М. М. Голлербаха. – Ленинград : Наука : Ленингр. отд-ние, 1983. – 190 с.
6. Михеева, Т. М. Альгофлора Беларуси. Таксономический каталог / Т. М. Михеева. – Минск : БГУ, 1999. – 396 с.

К содержанию

Я. А. ГРЕСЬ

Гродно, ГрГУ им. Я.Купалы

**ВИДОВОЙ СОСТАВ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ ПРУДА,
РАСПОЛОЖЕННОГО В АГ. КОПТЁВКА
ГРОДНЕНСКОГО РАЙНА**

Введение. Высшие водные растения являются неотъемлемым средообразующим компонентом водных экосистем, поскольку относятся к автотрофным организмам, создающим первичную пищевую продукцию в результате своей фотосинтетической деятельности. Именно поэтому водные растения играют ведущую роль в функционировании гидроэкосистем и во многом обуславливают структуру биотического сообщества водоема. Наибольшее распространение водные растения получают в водоемах с замедленным водообменом [1].

Видовой состав и распределение гидрофитов в водоеме зависят от его генезиса и ряда экологических условий, среди которых наиболее важны такие, как прозрачность воды, морфология котловины, характер донных отложений, химический состав водной массы, ее кислотность, трофность и минерализация [1].

Целью работы является изучение видового состава сосудистых растений пруда, расположенного в аг. Коптёвка Гродненского района Гродненской области. Агргородок находится в 4 км от южной границы г. Гродно.

Материалы и методы исследования. Пруд расположен в агрогородке Коптёвка по ул. Победы, в 30 метрах от автобусной остановки в восточном направлении. Форма пруда в плане округло-трапециевидная (рисунок 1), площадь составляет 9 км². Берега местами пологие, местами обрывистые, но при этом чаще невысокие. Пруд устроен не менее 30 лет назад путем перегораживания русла небольшого ручья, впадающего в пруд со стороны южного берега. Нерегулируемая дамба находится на противоположном, северном берегу. Пруд весьма слабо проточный. Имеет противопожарное и рекреационное значение, но не используется жителями для купания из-за зарастания или заиления мелководий.

Для выявления сосудистых растений применялся маршрутный метод, согласно которому совершали почти сплошные пешие обходы пруда по периметру вдоль береговой линии везде, где это было возможно. Растения извлекали вручную, заходя в воду, или использовали якорек-кошку.

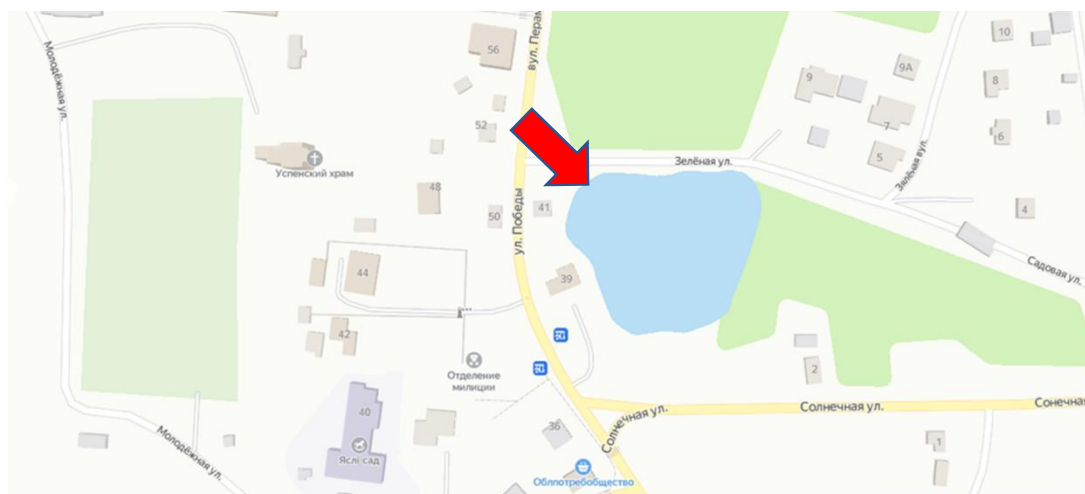


Рисунок 1– Расположение пруда на карте аг. Коптёвка

В соответствии с рекомендациями российского гидробиолога В. Г. Папченкова [2], выполняли сборы растений, произраставших в воде (гидрофиты), на мелководье (воздушно-водные, или гелофиты), а также попадавшие на кромку воды (гигрогелофиты, гигрофиты, гигромезо- и мезофиты), в том числе береговые древесные и кустарниковые растения, обнаженные корни которых просматривались в воде. Определение собранных образцов проводили в основном с помощью [3].

Результаты исследования и их обсуждение. Исследование проводилось с апреля по сентябрь 2023 г. За это время было определено 50 видов сосудистых растений, которые относятся к 1 отделу, 2 классам, 26 семействам и 43 родам (таблица 1).

Таблица 1 – Общая таксономическая структура видового состава сосудистых растений пруда в аг. Коптёвка

Отдел	Класс	Число семейств	Число родов	Число видов	
				п	в %
Magnoliophyta	Magnoliopsida	22	32	37	74
	Liliopsida	4	11	13	26
Всего: 1	2	26	43	50	100

Таким образом, по числу семейств, родов и видов двудольные значительно преобладают над однодольными. Виды двудольных составляют 74 %, а виды однодольных – 26 % от общего числа видов.

По данным В. Г. Папченкова [2], во флоре прудов Среднего Поволжья количество видов растений из класса Двудольные (91 вид) такое же, как и

количество видов из класса Однодольные (90 видов), что значительно отличается от соотношения между числом видов двудольных и однодольных для Коптёвского пруда.

Дальнейший таксономический анализ видового состава растений исследованного нами пруда показал (таблица 2), что ведущими семействами по числу видов являются семейства Asteraceae (8 видов), далее следуют Poaceae и Cyperaceae (по 5 видов), Ranunculaceae (4 вида), Lamiaceae (3 вида). Если ведущими семействами прудов Среднего Поволжья являются Poaceae и Cyperaceae, то в нашем пруду эти же два семейства занимают сильную вторую позицию, что свидетельствует об определённом сходстве. Однако крупное ведущее семейство Potamogetonaceae, занимающее вторую позицию в прудах Среднего Поволжья, в Коптёвском пруду вообще не представлено, а семейство Asteraceae, занимающее в нашем пруду первое место, в прудах Среднего Поволжья находится только на четвёртой позиции. Таким образом, в целом наблюдаются довольно значительные различия между сравниваемыми наборами ведущих семейств.

Таблица 2 – Ведущие по числу видов семейства сосудистых растений пруда аг. Коптёвка и прудов Среднего Поволжья [2]. В скобках указано число видов

Позиция семейства	Пруд г. Гродно	Пруды Среднего Поволжья
I	Asteraceae (8)	Poaceae (23) Cyperaceae (23)
II	Poaceae (5) Cyperaceae (5)	Potamogetonaceae (17)
III	Ranunculaceae (4)	Salicaceae (13)
IV	Lamiaceae (3)	Polygonaceae (10) Asteraceae (10)

В исследованном нами пруду среди родов лидируют *Bidens* и *Carex* (по 3 вида), тогда как в прудах Среднего Поволжья ведущими родами являются *Potamogeton* (17 видов), *Carex* (14 видов) и *Salix* (13 видов). Таким образом, своеобразие родового спектра растений пруда аг. Коптёвка заключается в отсутствии рода *Potamogeton*, но всё же благодаря роду *Carex* проявляется определённое сходство с прудами Среднего Поволжья.

Согласно определителю растений Беларуси [3], по всей Беларуси встречается 46 видов растений нашего списка (92 % от общего числа видов), распределение которых по классам встречаемости показано в таблице 3. Видно, что подавляющее большинство видов (80 %) встречаются очень часто, часто или нередко, то есть являются самыми обычными, или тривиальными видами. Редко по всей Беларуси встречаются 2 вида: *Scrophularia*

umbrosa Dumort. и *Leersia orisoides* (L.) Sw.; один вид – очень редко *Epilobium roseum* Schreb.

Таблица 3 – Анализ встречаемости высших растений пруда аг. Коптёвка

Встречаемость	Количество видов	%
Очень часто	12	24
Часто	19	38
Нередко	9	18
Изредка	3	6
Редко	2	4
Очень редко	1	2
Итого:	46	92%

Ограниченное распространение на территории Беларуси имеют 4 вида (8% от общего числа видов): *Impatiens parviflora* DC. (встречается в Брестской, Витебской, Гродненской и Минской областях, редко); *Sambucus nigra* L. (главным образом в южных и западных районах республики, изредка); *Bidens frondosa* L. (преимущественно в южных районах республики, изредка); *Carex paniculata* L. (известна из Минской, Брестской и Гродненской областей, редко) [3].

Заключение. Общее число видов сосудистых растений, обнаруженных в пруду аг. Коптёвка за вегетационный сезон 2023 г. составило 50 видов цветковых растений. Двудольные преобладают над однодольными по числу семейств, родов и видов, из которых 74 % относятся к двудольными а 26% к однодольным. Ведущими семействами является Asteraceae, Сурегасеae, Роасеae; ведущими родами – *Bidens* и *Carex*. Сравнение с данными В. Г. Папченкова для прудов Среднего Поволжья показало значительное своеобразие исследованного нами пруда по соотношению числа видов двудольных и однодольных растений, а так же по набору ведущих семейств и родов. Однако два ведущих семейства Сурегасеae и Роасеae всё же занимают близкие позиции в Коптёвском пруду и прудх Среднего Пволжья. Подавляющее большинство видов являются самыми обычными для территории Беларуси.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Власов, Б. П. Использование высших водных растений для оценки и контроля за состоянием водной среды. Метод. рекомендации / Б. П. Власов, Г. С. Гигевич. – Минск : БГУ, 2002. – 84 с.
2. Папченков, В. Г. Закономерности зарастания водотоков и водоемов Среднего Поволжья: дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.16 – экология / В. Г. Папченков. – СПб., 1999. – 578 с.
3. Определитель высших растений Беларуси / Под ред. В. И. Парфенова. – Минск : Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.

К содержанию

А. В. КОЗАЧОК, М. В. ЛЕВКОВСКАЯ

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

МОРФО-АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЛИСТА Р. *FICUS* КОЛЛЕКЦИИ ЗИМНЕГО САДА БРГУ ИМЕНИ А.С. ПУШКИНА

В составе семейства *Moraceae* по количеству видов, распространенности, разнообразию признаков и жизненных форм доминирует древний специализированный род *Ficus* L., который насчитывает более 1000 видов вечнозеленых, полулистопадных и листопадных деревьев, кустарников, лазящих лиан тропических лесов [1]. В дизайнерских разработках в настоящее время находится более двух десятков видов и около сотни сортов р. *Ficus*, относящихся к декоративнолиственным. По декоративности, скорости нарастания, фитонцидной активности фикусы выделяются среди остальных тропических и субтропических деревьев, используемых в озеленении [11].

С целью исследования анатомического строения листовых пластинок представителей р. *Ficus*, выполнены поперечные срезы, изготовлены временные препараты 11 культивируемых видов в экспозициях Зимнего сада Центра экологии Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина (2022 г.).

Приводим краткую морфологическую характеристику листьев исследуемых видов коллекции. В зоне влажных тропических лесов Зимнего сада произрастают вечнозеленые деревья: перспективный вид для масштабных зимних садов *F. lyrata* Warb. с крупными кожистыми листьями, похожими по форме на скрипку, *F. elastica* Roxb. ex Hornem с широкими блестящими, глянцевыми листьями со светлой центральной жилкой, *F. salicifolia* Vahl. с узкими листьями, а также виды с менее крупными глянцевыми листьями – *F. benjamina* L., который часто используется для формирования бонсай, и *F. retusa* L., широко распространенный в комнатной культуре, зимних садах, оранжереях. Листья вечнозеленого дерева субтропиков *F. craterostoma* Warb. ex Mildbr. Burret нежесткие, кожистые, обратноудлиненные, треугольные, выемчатые на верхушке [9–11].

Кроме вечнозеленых, в коллекции сада произрастают листопадные деревья *F. carica* L. с 3-5-лопастными листьями со светлой жилкой [11] и *F. religiosa* L. с характерной листовой пластинкой, кончик которой удлинен и образует капельное острие [10]. К почвопокровным и ампельным фикусам относятся стелющийся кустарник *F. ramentacea* Roxb. и миниатюрная лиана *F. pumila* L. с мелкими, округлыми или сердцевидными листьями [9–11]. *F. pumila* используют для декорирования стен домов в тропических странах

[1]. В зоне субтропической растительности произрастает *F. deltoidea* Jack – вечнозеленый кустарник с глянцевыми, мягко-кожистыми, разнообразными по форме листьями [10].

Листья фикусов покрыты кутикулой и эпидермой. Наиболее мощный слой кутикулы описан у вечнозеленых деревьев *F. benjamina*, *F. elastica*, *F. lyrata*, *F. salicifolia* и кустарника *F. deltoidea*. У *F. carica* в эпидерме находятся трихомы. Как указывают Лотова Л.И., Тимонин А. К. [4, 7] эпидерма фикусов может быть многослойная. У исследуемых видов количество слоев клеток – 2–3, реже 1 (*F. carica*, *F. religiosa*). Клетки внутренних слоев верхней эпидермы крупнее, чем клетки внутренних слоев нижней эпидермы, а также превышают размеры клеток внешнего эпидермального слоя. Степень развития эпидермы на обеих поверхностях у разных видов выражена неодинаково. У *F. carica*, *F. pumila*, *F. ramentacea*, *F. religiosa* нижняя эпидерма однослойная. Во внутреннем слое эпидермы пяти видов (*F. benjamina*, *F. craterostoma*, *F. deltoidea*, *F. elastica*, *F. retusa*) в литоцистах формируются цистолиты. При этом у трех видов цистолиты приурочены к верхней эпидерме, а у *F. deltoidea* – к нижней. У вида *F. retusa* цистолиты обнаруживаются в составе верхней и нижней эпидермы.

Цистолит представляет собой вросшую в полость клетки целлюлозную оболочку, инкрустированную углекислой известью [5].

У исследованных представителей р. *Ficus* выявлен аномоцитный и энциклоцитный тип устьичного аппарата. Число устьиц на 1 мм² изменяется в пределах от 94,34 ± 3,63 (*F. deltoidea*) до 360,59 ± 11,09 (*F. lyrata*), 366,88 ± 14,68 (*F. ramentacea*) [2].

Мезофилл дифференцирован на столбчатый и губчатый. Листья исследованных видов можно отнести к двум типам: дорзовентральный (4 вида) и изолатеральный (7 видов). Среди видов с дорзовентральным строением листа, у *F. religiosa*, *F. ramentacea*, *F. carica*, *F. craterostoma*, столбчатый мезофилл располагается на верхней поверхности листовой пластинки. Второму типу (изолатеральный) соответствуют остальные исследованные представители р. *Ficus* коллекции, т. е. столбчатая паренхима располагается на верхней и нижней поверхностях. Например, у *F. retusa* палисадная паренхима типичная (радиальный размер превышает тангентальный более чем в 2 раза), а у *F. pumila* – радиальный размер превышает тангентальный в 1,5–2 раза. У большинства исследованных видов по степени развития преобладает губчатая паренхима, практически в равном соотношении столбчатая и губчатая паренхима у *F. carica*, *F. religiosa*. Более плотно по сравнению с остальными видами сложены клетки губчатого мезофилла *F. pumila*, *F. religiosa*. Количество слоев палисадной паренхимы не более двух слоев на одной или обеих поверхностях листовой пластинки в зависимости от типа листа. У ряда видов степень развития столбчатого мезофилла

не одинакова с верхней и нижней стороны листа. У вида *F. lyrata* степень развития столбчатого мезофилла одинакова на обеих поверхностях листовой пластинки.

Фигуры являются растениями с достаточно широкой амплитудой адаптивных возможностей. В условиях влажного тропического леса они защищены от переувлажнения, а также у них выработаны приспособления, препятствующие чрезмерной транспирации [6]. Некоторые авторы по результатам анатомических исследований структуры листа относят виды рода *Ficus* L., используемые в условиях закрытого грунта, к мезофитам с ксероморфными либо сциоморфными признаками [3, 6].

Степень суккулентности листьев исследуемых фикусов Зимнего сада рассчитывали, как отношение содержания воды к площади их поверхности. Площадь листовой поверхности определяли весовым методом, размер поверхности – удваивая площадь. Степень суккулентности характеризует способность растения предотвращать потерю воды в засушливых условиях [8]. Степень суккулентности листьев изменяется от 0,34 г/дм² (*F. deltoidea*) до 2,14 г/дм² (*F. elastica*) и 2,48 г/дм² (*F. ramentacea*). Следует отметить, что у остальных фикусов данный показатель не превысил единицы (рисунок).

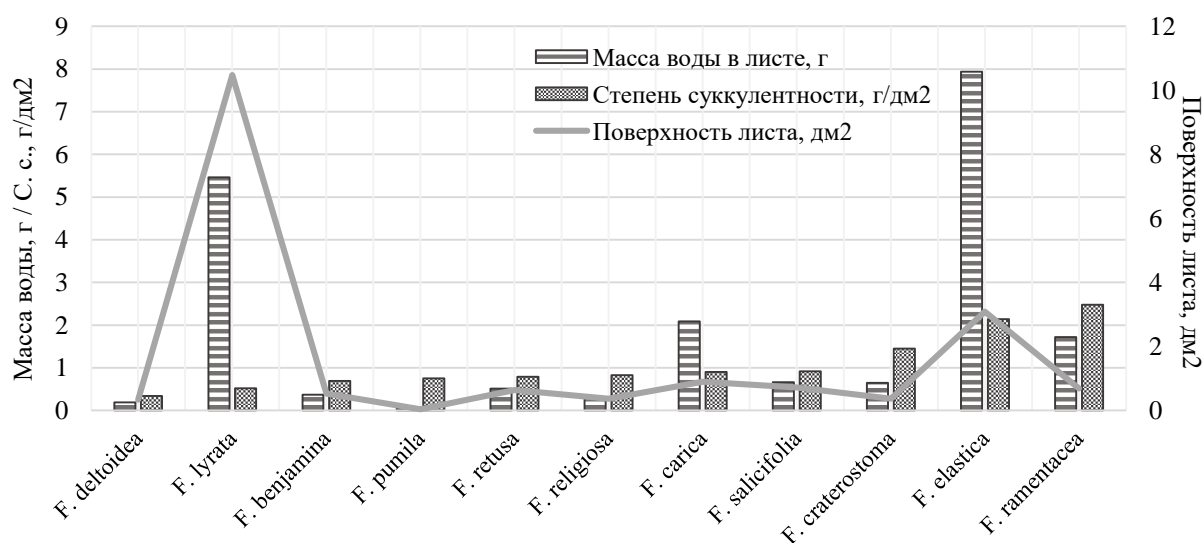


Рисунок – Степень суккулентности (С.с.) листьев фикусов

Таким образом, согласно результатам исследований анатомического строения, представители р. *Ficus* Зимнего сада Центра экологии БрГУ имени А.С. Пушкина являются ксеромезофитами. Характерными чертами исследованных видов являются многослойный эпидермис, дифференцировка мезофилла на столбчатый и губчатый с системой межклетников. У

ряда видов выражены признаки ксероморфного строения: развитие кутикулы, расположение палисадной паренхимы с обеих сторон листа, присутствие цистолитов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жизнь растений : в 6 т. / под ред. А. Л. Тахтаджяна. – М. : Просвещение, 1980. – Т. 5 : Цветковые растения, ч. 1. – 430 с.
2. Козачок, А. В. Морфологические особенности листовых пластинок р. *Ficus* коллекции Зимнего сада / А. В. Козачок // Культурная и дикорастущая флора Белорусского Полесья [Электронный ресурс] : электрон. сб. материалов Респ. науч.-практ. конф. студентов, магистрантов и аспирантов, Брест, 16 ноября 2022 г.: Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина; редкол. А. С. Домась [и др.]. – Брест: БрГУ, 2022. – С. 71–73. – Режим доступа: <http://rep.brsu.by/handle/123456789/7956>.
3. Ладыженко, Т. А. Особенности анатомической структуры листа видов рода *Ficus* в зависимости от эколого-географических условий произрастания / Т. А. Ладыженко // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Сер. біял. навук. – 2012. – № 3. – С. 16–21.
4. Лотова, Л. И. Морфология и анатомия высших растений / Л. И. Лотова. – М. : Эдиториал УРСС, 2001. – 528 с.
5. Практикум по анатомии растений : учеб. пособие для студентов биол. специальностей вузов / Р. П. Барыкина [и др.]: под ред. Д. А. Транковского. – М. : Высш. шк., 1979. – 224 с.
6. Серая, А. С. Интродукция некоторых видов рода *Ficus* L. и использование их в фитодизайне: автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.05 / А. С. Серая. – Новосибирск, 2008. – 17 с.
7. Тимонин, А. К. Большой практикум по экологической анатомии покрытосеменных растений / А. К. Тимонин, А. А. Нотов. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 1993. – Ч. 1. Лист. – 196 с.
8. Учебно-полевая практика по физиологии растений: практикум / Ж. Э. Мазец [и др.]. – Минск: БГПУ, 2012. – 108 с.
9. Хессайон, Д. Г. Все о комнатных растениях / Д. Г. Хессайон; пер. с англ. О. И. Романовой; науч. ред. В. Р. Филин. – 2-е изд., испр. – М. : Кладезь-Букс, 2004. – 256 с.
10. Чекурова, Г. В. Фикусы / Г. В. Чекурова; отв. ред. А. В. Дриго, научный ред. И. А. Иванова. – М. : Кладезь-Букс, 2004. – 96 с.
11. Чертович, В. Н. Растения для зимних садов и интерьеров / В. Н. Чертович, Т. А. Поболовец, В. В. Титок. – Минск : Беларус. навука, 2018. – 230 с.

К содержанию

А. В. КОЗАЧОК, М. В. ЛЕВКОВСКАЯ

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

**ОСОБЕННОСТИ РОСТА ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ Р. *FICUS*
КОЛЛЕКЦИИ ЗИМНЕГО САДА ЦЕНТРА ЭКОЛОГИИ
БРГУ ИМЕНИ А.С. ПУШКИНА**

Изучение особенностей ритмов роста и развития тропических и субтропических растений в условиях закрытого грунта позволяет оценить их интродукционные и адаптивные способности для дальнейшего использования в озеленении интерьеров [2]. Фигуры традиционно выращивают в зимних садах и ценят за декоративную листву. Среди них встречаются почвопокровные виды с мелкими листьями и высокорослые деревья [3].

Ботаническая коллекция Зимнего сада Центра экологии Брестского государственного университета имени А. С. Пушкина насчитывает более 1800 экземпляров из 557 таксонов, относящихся к 98 семействам. Род *Ficus* семейства *Moraceae* выделяется значительным многообразием [1].

Цель работы – проанализировать динамику прироста побегов представителей р. *Ficus* в условиях Зимнего сада БрГУ имени А. С. Пушкина.

По результатам исследований Серой А.С., в условиях оранжерей у фикусов наблюдается непрерывный рост, что типично для растений влажных тропических лесов [2].

Род *Ficus* коллекции Зимнего сада представлен 23 таксонами, среди которых 12 видов. В период с 01.11.2022 г. по 29.11.2022 г. были проведены исследования хода роста побегов десяти видов р. *Ficus* с периодичностью измерений каждые 3–4 дня. Измеряли прирост побегов в трех повторностях, определяли длину всех междоузлий. Для каждого варианта рассчитывали среднее значение, величину суточного абсолютного прироста (абсолютная скорость роста) (К), относительного прироста в % от исходного размера побега (R). Измерения прироста *F. craterostoma*, произрастающего деревом в экспозиции субтропиков, в связи с обрезкой кроны не проводились [4].

Представители р. *Ficus* расположены в зоне влажных тропических лесов (*F. benjamina*, *F. elastica*, *F. lyrata*, *F. retusa*, *F. salicifolia*) и зоне субтропической растительности (*F. deltoidea*, *F. carica*, *F. pumila*, *F. ramentacea*, *F. religiosa*) Зимнего сада Центра экологии.

Данные измерений, расчета относительного прироста и абсолютной скорости роста побегов представлены в таблице, на графике. Средняя величина прироста фикусов за исследуемый период изменяется в широких пределах от $0,63 \pm 0,09$ см у *F. pumila* до $7,34 \pm 1,16$ см у *F. elastica*. Наибольший

периодический прирост зарегистрирован для деревьев экспозиции влажных тропических лесов – *F. elastica* (7,34 см), *F. religiosa* (3,73 см), *F. lyrata* (3,3 см); минимальный прирост – у лианы *F. pumila* (0,63 см), кустарников *F. deltoidea* (0,9 см), *F. ramentacea* (1,03 см), произрастающих в зоне субтропической растительности. В результате проведенных исследований на протяжении четырех недель 2022 г. установлено, что периодический прирост деревьев варьирует от 1,4 см (*F. retusa*) до 7,34 см (*F. elastica*) в зоне влажных тропических лесов Зимнего сада.

Таблица – Ход роста побегов представителей р. *Ficus* (01.11.–29.11.2022)

Объект	Жизненная форма	Вариант опыта			Средний прирост, см
		1	2	3	
<i>Ficus benjamina</i> L.	дерево	1,8	1,2	1,8	1,6±0,2
<i>Ficus deltoidea</i> Jack	кустарник	1,2	0,7	0,8	0,9±0,15
<i>Ficus carica</i> L.	дерево	3,3	1,8	1,6	2,23±0,54
<i>Ficus elastica</i> Roxb. ex Hornem	дерево	5,3	9,3	7,5	7,34±1,16
<i>Ficus pumila</i> L.	лиана	0,5	0,6	0,8	0,63±0,09
<i>Ficus lyrata</i> Warb.	дерево	2,6	4	–	3,3±0,7
<i>Ficus retusa</i> L.	дерево	1,2	1,5	1,5	1,4±0,1
<i>Ficus ramentacea</i> Roxb.	кустарник	1,7	0,7	0,7	1,03±0,33
<i>Ficus salicifolia</i> Vahl.	дерево	3,1	1,5	2,6	2,4±0,47
<i>Ficus religiosa</i> L.	дерево	4,4	4,1	2,7	3,73±0,52

Результаты расчета относительного прироста и абсолютной скорости роста побегов исследуемых представителей представлены на графике.

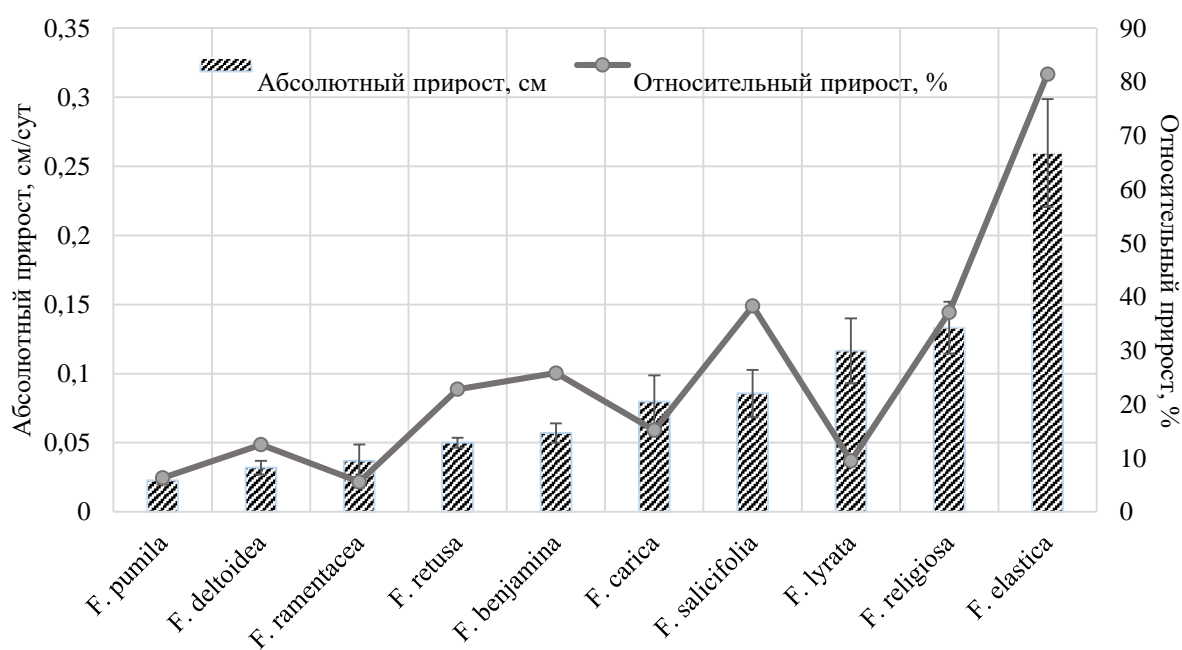


Рисунок – Прирост представителей р. *Ficus* в условиях Зимнего сада

Величина относительного прироста побегов фикусов в условиях экспозиций Зимнего сада изменяется от 5,57 %, 6,32 % у *F. ramentacea* и *F. pumila* до 81,46 % у *F. elastica*.

Абсолютная суточная скорость роста побегов пяти видов фикусов зафиксирована в пределах 0,23–0,57 мм, максимальная абсолютная скорость роста установлена для деревьев тропиков – *F. lyrata* (1,17 мм), *F. religiosa* (1,33 мм), *F. elastica* (2,6 мм).

Средняя величина прироста побегов фикусов за семь суток изменяется от 0,16±0,02 см, 0,23±0,04 см, 0,26±0,15 см у *F. pumila*, *F. deltoidea*, *F. ramentacea*, до 1,78±0,44 см у *F. elastica*. У большинства видов коллекции периодический прирост изменялся в пределах от 0,16 см до 0,6 см.

Таким образом, наибольшая абсолютная скорость роста побегов зарегистрирована у *F. lyrata*, *F. religiosa*, максимальная – у *F. elastica*. Более медленный темп роста, величина относительного прироста побегов за исследуемый период не превышает 10 %, наблюдался у *F. ramentacea*, *F. pumila*, *F. lyrata*, относительный прирост составляет 20–40 % – у *F. deltoidea*, *F. carica*, *F. retusa*, *F. benjamina*, *F. religiosa*, *F. salicifolia*, и более 50 % – у *F. elastica* в условиях Зимнего сада Центра экологии БрГУ имени А.С. Пушкина.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

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

2. Серая, А. С. Особенности ритмов роста и развития фикусов в условиях оранжереи и интерьеров Восточного Забайкалья / А. С. Серая // Проблемы озеленения городов Сибири и сопредельных территорий: материалы международной научно-практической конференции, Чита, 14–16 сентября 2009 г. – Чита, 2009. – С. 109–113.

3. Хессайон, Д. Г. Все о теплицах и зимних садах / Д. Г. Хессайон; пер. с англ. О. И. Романовой; науч. ред. В. Р. Филин. – М. : Кладезь-Букс, 2012. – 128 с.

4. Шабельская, Э. Ф. Индивидуальные задания по физиологии растений на полевой практике: для пед. ин-тов по биол. спец. / Э. Ф. Шабельская, А. Н. Санько. – Минск : Вышэйшая школа, 1982. – 126 с.

К содержанию

Е. Н. КУТАС

Минск, ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси»

**КЛОНАЛЬНОЕ МИКРОРАЗМНОЖЕНИЕ –
АЛЬТЕРНАТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ СОХРАНЕНИЯ
БИОРАЗНООБРАЗИЯ РАСТЕНИЙ**

В последние годы проблеме биологического разнообразия и его сохранения придается большое значение, потому что биоразнообразие – главный средообразующий ресурс на планете, который обеспечивает возможность ее устойчивого развития и способствует сохранению равновесия биологических систем, как источника среды обитания человека.

Угроза потери отдельных видов и экосистем еще никогда не была так велика, как сейчас, когда рост населения и последствия его хозяйственной деятельности приводят к необратимым изменениям природы всей планеты. Ведущие ботаники с тревогой заявляют, что если не принять действенные меры по сохранению видового разнообразия, то к середине XXI столетия две трети из 300 тыс. видов растений, обитающих на Земле, могут быть утеряны.

Сохранение редких и исчезающих видов растений может осуществляться разными путями: охрана в заповедниках, национальных парках, создание живых коллекций и резерватов в сети ботанических садов и других научных учреждений. Перенесенные на коллекционные участки растения могут поддерживаться в культуре неопределенно длительное время и являться необходимым резервом для разнообразных целей. Наряду с редкими и исчезающими видами растений охране подлежат и хозяйственно-ценные растения, произрастающие в природе.

Интродукция растений рассматривается как один из возможных действенных методов сохранения биоразнообразия растений.

Одним из путей сохранения и восстановления редких видов растений является интродукция их в ботанические сады. Практически единственной организацией, проводящей серьезное биоэкологическое изучение в культуре редких и охраняемых видов растений Беларуси, является Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси. Интродукционному испытанию здесь подверглось около 100 редких видов местной флоры. Собрано более 9 тысяч видов, форм, сортов древесно-кустарниковых, орнаментальных, технических, кормовых, пряно-ароматических и лекарственных растений. В дендрологических коллекциях представлено более чем 1500 таксонов. Создан дендрарий, в котором содержится около 500 видов и форм восточно-азиатской и свыше 400 видов северо-американской флоры [1].

На современном этапе одним из альтернативных путей сохранения и восстановления растений, с нашей точки зрения, является клональное микроразмножение. Это одно из приоритетных направлений биотехнологии, которое создано и успешно развивается в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси (далее ЦБС НАН Беларуси).

В настоящее время неоспоримо преимущество клонального 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. Благодаря клональному микроразмножению, появилась возможность создания банка генотипов растений в виде коллекции стерильных культур. Так в ЦБС НАН Беларуси создана коллекция стерильных культур, включающая интродуцированные сорта голубики высокой, брусники обыкновенной, виды рододендронов, селекционные гибриды, представители сем. *Vacciniaceae* S.F.Gray и другие растения.

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 посадочный материал в относительно короткие сроки в неограниченном количестве независимо от времени года, 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.

Весьма большое значение придают клональному микроразмножению в странах Западной Европы (Чехия, Польша, Франция, Италия) Северной и Южной Америки (Канада, США, Бразилия), Японии, Юго-Восточной Азии (Индия, Индонезия) [2–8].

Так лесная растительность Индонезии представлена влажными тропическими лесами. По величине лесопокрытой площади (более 1 млн км²) среди стран тропического пояса Индонезия занимает второе место в мире после Бразилии. Интенсивные рубки последних лет привели к значительному сокращению лесопокрытой площади. Для компенсации потерь леса, правительство Индонезии приняло широкую программу лесовосстановления. Потребность в посадочном материале составляет 780 млн. экземпляров в год, в то время как реальная возможность не превышает 4 млн. экземпля-

ров в год. Значительно повысить выход сеянцев в ближайшие годы не позволяло множество объективных факторов: нерегулярность цветения пород, плохое качество семян и др. Для выполнения правительственной программы в лаборатории лесных культур начаты опыты по клональному микроразмножению материала в условиях *in vitro*. Выбраны такие древесные породы как: *Tectona grandis* L. f., *Dalbergia latifolia* Roxb., *Acacia mangium* Wild., *Eucalyptus urophylla* S.T.Blake. и др. [9].

В литературе также имеются публикации, свидетельствующие об успешном применении клонального микроразмножения для сохранения редких и исчезающих видов растений. Так кактусовидный молочай *Euphorbia handiensis* Burchd – узкий канарский эндемик, находящийся под угрозой исчезновения, был размножен в культуре *in vitro*. Аналогичным образом был сохранен канарский исчезающий вид *Senecio hermosae* Pitard. В качестве эксплантов использовали апексы побегов, изолированных из растений, растущих в естественных условиях обитания. Полученные таким образом растения-регенеранты составили впоследствии устойчивую природную популяцию [10–11].

Методом тканевой культуры удалось размножить и сохранить редкие виды росянок (*Drosera rotundifolia* L., *D. capillaris* Poir., *D. burkeana* Planch., *D. hilaris* Cham. et Chlecht.), некоторые виды луков (пскемский, алтайский, сине-голубой) и многие другие. В ряде стран в связи с полным исчезновением некоторых видов орхидных, или в виду 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 оранжереи и открытого грунта нами разработаны технологии клонального микроразмножения для ягодных растений (14 интродуцированных сортов голубики высокорослой, 5 сортов брусники обыкновенной, жимолости съедобной) и декоративных растений (13 видов рододендронов, 5 сортов сирени обыкновенной (*Syringa vulgaris* L., некоторых сортов хризантем, роз), а также редкого и исчезающего вида горицвета весеннего (*Adonis vernalis* L.), рододендрона желтого (*Rhododendron luteum* Sweet) – реликта доледникового периода, занесенного в Красную книгу [12–13].

К настоящему времени микроразмножение растений, начавшее распространяться в середине XX ст., оформилось как мощное промышленное производство, быстро реагирующее на запросы рынка. К примеру, только за период с 1985 по 1990 гг. число растений, размножаемых *in vitro*, возросло с 130 млн. до 513 млн. Мировыми лидерами в этой области являются Ни-

дерланды, США, Индия, Израиль, Италия, Польша. В США микроразмножением занимаются около 100 лабораторий, 5 из которых имеют производительность 15-20 млн. растений в год, 8-10 лабораторий – от 2-10 млн., остальные – менее 1 млн. растений. Из 248 коммерческих лабораторий Западной Европы с общей годовой производительностью 212 млн. растений только 37 производят более 1 млн. растений. Лидером микроразмножения растений в Западной Европе являются Нидерланды (около 70 лабораторий). Это связано с традиционной ориентацией на производство декоративных культур, в котором Нидерланды доминируют на мировом рынке (около 50% мирового экспорта орхидей и луковичных на срезку, а также горшечных декоративных растений экспортируется из этой страны в другие страны мира).

Методом *in vitro* 94 % всей продукции цветочных культур получают во Франции. Италия специализируется на микроразмножении подвоев яблони, сливы и персика. Широкое производство растений *in vitro* развернуто в Индии, где 75 лабораторий выращивают 190 млн. в год лесных, овощных, пряно-ароматических и различных видов и сортов декоративных растений.

В Беларуси около 30 лабораторий занимаются клональным микроразмножением растений. Главная культура, размножаемая *in vitro* в республике – это картофель, что связано с традиционным производством этой культуры в частном и общественном секторе. налаживается производство здорового посадочного материала земляники, голубики высокой, жимолости съедобной, винограда, декоративных растений (розы, хризантемы и др.).

Научные исследования по клональному микроразмножению растений проводятся в Республиканском селекционно-семеноводческом центре, БГТУ, БГСХА, НИИ картофелеводства, НИИ плодоводства, Институте леса НАН Беларуси, Институте генетики и цитологии НАН Беларуси, а также Центральном ботаническом саду НАН Беларуси.

Подводя итог изложенному можно с уверенностью сказать, что клональное микроразмножение является одним из приоритетных направлений поддержания, сохранения и приумножения биологического разнообразия растений как основы устойчивости и стабильности биосферы и его следует использовать в этих целях.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Первый национальный доклад по выполнению конвенции о биологическом разнообразии в Беларуси. – Минск : БелЭКС, 1998. – 125 с.
2. Jainol, J. E. Micropropagation of Sentang (*Azadirachta excels* (Jack) Jacobs) / J. E. Jainol // Unpublished M.Sc. thesis. Faculty of Forestry, Universiti Putra Malaysia, Serdang. 1997. – 184 p.
3. Nakamura, K. Micropropagation of *Shorea roxburghii* by shoot apex culture / K. Nakamura, R. Soda, Y. Ide // Proceedings of Nepal Workshop . BIO-REFOR. 2000. – P. 105–108.

4. Laird, S. A. Linking biodiversity prospecting and forest conservation / S. A. Laird., K. Kate // In: Pagiola, S., Bishop, J. and Landell-Mills, N. (eds), *Selling forest environmental services*, Earthscan, London. 2002, – P. 151–172.

5. Swain, S. Multiple uses of forest trees by the tribes of Kalahandi District, Orissa, India / S. Swain, G. Ch. Mohapatra // *International Journal of Biodiversity and Conservation*. – 2013. – Vol. 5, N 6. – P. 333–341.

6. Diversity and regeneration status of tree species at Nainital catchment, Uttarakhand, India / K. Bargali [et al.] // *Intl. J. Biodiv. Conserv.* – 2013. – Vol. 15, N 5. – P. 270–280.

7. Millán-Orozco, E. In vitro rhizogenesis: histoanatomy of *Cedrela odorata* (Meliaceae) microcuttings / E. Millán-Orozco, M. C. Corredoira, J. San. // *Revista de Biología Tropical (International Journal of Tropical Biology)* – 2011. – Vol. 59. – P. 447–453.

8. In vitro propagation of tropical hardwood tree species – a review (2001–2011) / P. M. Pijut [et al.] // *Propagation of Ornamental Plants*. – 2012. – Vol. 12. – P. 25–51.

9. L'application de techniques de culture in vitro a la multiplication d'espèces forestières tropicales en Indonésie / I. Umboh [et al.] // *Bull. Soc. Bot. Fr. Actual. Bot.* – 1989. – Vol. 136, N 3-4. – P. 179–184.

10. Gonzales, A. Propagación “in vitro” de endemismos canarios en peligro de extinción: *Euphorbia handiensis* Burchd. / A. Gonzales, O. Gonzales, H. Rubio // *Bot. Macaronesica*. – 1988. – N 16. – P. 25–28.

11. Ortega, G., Gonzales, A. Contribución a la conservación “ex situ” de especies canarias en peligro: propagación “in vitro” de *Senecio hermosae* Pitard. / G. Ortega, A. Gonzales // *Bot. Macaronesica*. – 1985. – N 14. – P. 59–72.

12. Kutas, E. N. Influence of sterilizing compounds on the yield of viable explants of introduced varieties of *Lonicera edulis* Turcz. ex Freyn, *Chrysanthemum coreanum* (H. Levl. et Vaniot) Nakai ex T. Mori / E. N. Kutas // *Int. J. Adv. Res. Biol. Sci.* – 2020. – Vol. 7, N 3. – P. 1–6.

14. Kutas, E. The influence of the composition of the nutrient medium on the morphogenesis of *Rhododendron luteum* Sweet, introduced varieties of *Vaccinium corymbosum* L. and *Vaccinium vitis-idaea* L. / E. Kutas, V. Titok, L. Ogorodnyk // *Int. J. Adv. Res. Biol. Sci.* – 2021. – Vol. 8, N 3. – P. 23–29.

К содержанию

А. О. ЛОГВИНА

Минск, БГУ

**РАЗРАБОТКА ПРОТОКОЛА МИКРОКЛОНАЛЬНОГО
РАЗМНОЖЕНИЯ РОЗМАРИНА ЛЕКАРСТВЕННОГО
(*ROSMARINUS OFFICINALIS* L.)**

Микроклональное размножение – это применение техники *in vitro* для вегетативного ускоренного получения растений, идентичных материнскому. Суть микроклонального размножения аналогична вегетативному типу размножения растений. При этом такое размножение проводится в контролируемых и асептических условиях – в условиях *in vitro*. Метод микроклонального размножения преимущественно применяется для получения большого количества новых высококачественных растений за относительно короткое время и в относительно ограниченном пространстве.

Достоинствами микроклонального размножения являются:

1. Для производства миллионов растений в год достаточно небольшого количества растительных тканей;
2. Растения в большом количестве можно производить за малый промежуток времени;
3. Требуется меньше площадей, большое количество растений можно выращивать в небольших помещениях.
4. Запасы зародышевой плазмы могут сохраняться в течение нескольких лет с использованием этой техники;
5. Получение генетически оздоровленного однородного посадочного материала, что приводит к более быстрому приросту фитомассы по сравнению с растениями, полученными традиционным способом;
6. Метод не зависит от сезонности и может быть применен в любое время: так, в теплице можно производить фруктовые, декоративные и древесные породы в течение года;
7. Размножение растений, которые трудно размножаются традиционными способами;
8. Автоматизация процесса позволяет снизить затраты человеческих ресурсов.

Микроклональное размножение имеет потенциал в качестве инструмента решения некоторых экологических проблем. Получение большого числа копий растений в условиях ограниченного времени позволяет сохранить исчезающие виды. Кроме этого, велико значение технологии в получении больших объемов фитосырья с сохранением природных растительных

ресурсов. Таким образом, можно выделить экологическую составляющую в перечне преимуществ использования микроклонального размножения.

Микроклональное размножение растений – это комплексный процесс, в ходе которого клетки, ткани или органы отобранных растений изолируются, стерилизуются и инкубируются в асептической среде, способствующей росту, для получения множества клонированных проростков.

Работа по созданию подходов к микроклональному размножению растений, как правило, включает следующие этапы:

1. Введение растения в культуру *in vitro* – получение асептически выращенных растений (из семян или фрагментов вегетативных органов нативных растений).

2. Получение каллусной культуры или эксплантов из асептических растений.

3. Перенос каллуса или эксплантов на питательные среды, дополненные фитогормонами в соотношении, провоцирующем стеблевой органогенез – количественное преобладание цитокининов.

4. Получение микропобегов (и часто их черенкование) с переносом на среду, дополненную ауксинами для стимуляции ризогенеза.

5. Адаптация укорененных микропобегов к условиям *ex vitro*.

Микроклонально можно размножить любое растение, однако традиционно интерес представляют растения, наиболее востребованные человеком: это растения, используемые в пищу, в качестве фитосредств, пряно-ароматические и декоративные растения. Для таких растений разрабатываются новые и оптимизируются ранее созданные техники микроклонального размножения.

Рассмотрим подход к разработке протокола микроклонального размножения на примере розмарина лекарственного. Розмарин лекарственный (*Rosmarinus officinalis* L.) широко используется не только в кулинарии как пряно-ароматическое растение, но и в традиционной медицине в странах естественного произрастания, являясь ценным лекарственным растением, используемым для профилактики и лечения простуды, ревматизма, болей в мышцах и суставах. В настоящее время розмарин является востребованным источником природных биологически активных соединений. Таким образом, комплекс биологически активных веществ *R. officinalis* в основном состоит из фенольных соединений, ди- и тритерпенов, эфирных масел. Важные вещества, присутствующие в розмарине, представлены розмариновой, кофейной, урсоловой, бетулиновую, карнозиновую кислотами и карнозолом.

Это растение обладает различными экспериментально установленными фармакологическими эффектами: антибактериальным, противодиабетическим, противовоспалительным, противоопухолевым и антиоксидантным и т.д.

Таким образом, розмарин, как весьма востребованное в мире растение, является интересным объектом для разработки протоколов микроклонального размножения.

Разработка протокола микроклонального размножения розмарина была начата с получения асептически выращенных растений розмарина лекарственного. С этой целью семена розмарина лекарственного подвергали стерилизации. Простерилизованные семена переносили на стерильную безгормональную питательную среду Мурасиге и Скуга для проращивания. Простерилизованные семена демонстрировали низкую всхожесть, причем немногие полученные проростки погибали в течение нескольких суток. Для того, чтобы повысить всхожесть семян в среду добавляли цитокинин 6-бензиламинопурин (6-БАП) в трех концентрациях: 1,0, 2,0 и 3,0 мг/л. В присутствии данного фитогормона в среде всхожесть семян значительно увеличилась. Непосредственно из семян на среде, дополненной 3,0 мг/л 6-БАП формировались пучки микропобегов. Полученные пучки микропобегов пересаживали на питательную среду, дополненную, как более высокой концентрацией фитогормона 6-БАП – 5,0 мг/л, так и исходной концентрацией – 3,0 мг/л, и помещали на свет. Пучки микропобегов зеленели и активно разрастались. Отдельные микропобеги изолировали от пучков и переносили на питательную среду, содержащую ауксин индолил-3-уксусную кислоту (ИУК) в концентрациях 1,0-5,0 мг/л. ИУК в концентрациях 3,0 и 5,0 мг/л стимулировала ризогенез, в результате чего были получены микроклоны розмарина лекарственного. Дальнейшим этапом создания протокола микроклонального размножения розмарина лекарственного будет адаптация микроклонов к условиям *ex vitro*.

Создание эффективных схем микроклонального размножения экономически значимых растений позволит не только создать надежную сырьевую базу фитосырья для удовлетворения нужд различных производств, но и сохранить природные ресурсы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Nitesh, K. *In-vitro* plant propagation : a Review / K. Nitesh, M. P. Reddy // Journal of Forest Science. – 2011. – Vol. 27. – P. 61-72.
2. Andrade, J. M. *Rosmarinus officinalis* L.: an update review of its phytochemistry and biological activity / J. M. Andrade [et al.] // Future Sci. OA. – 2018. – Vol. 4, iss. 4. – FSO283. Doi: [10.4155/fsoa-2017-0124](https://doi.org/10.4155/fsoa-2017-0124).

К содержанию

**Н. Б. ПАВЛОВСКИЙ, Ж. А. РУПАСОВА, А. В. РАЛЬЦЕВИЧ,
С. Н. АВРАМЕНКО**

Минск, ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси»

**ГЕНОТИПИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ БИОМЕТРИЧЕСКИХ
ХАРАКТЕРИСТИК АССИМИЛИРУЮЩИХ ОРГАНОВ
РАСТЕНИЙ ЖИМОЛОСТИ СИНЕЙ ПРИ ИНТРОДУКЦИИ
В БЕЛАРУСИ**

В связи с сортоизучением интродуцируемых в условиях Южной агро-климатической зоны республики новых сортов жимолости синей, в 2021–2022 гг. в коллекционных насаждениях отраслевой лаборатории интродукции и технологии нетрадиционных ягодных растений Центрального ботанического сада НАН Беларуси (г. Ганцевичи, Брестская обл.) проведены сравнительные исследования основных биометрических показателей ассимилирующих органов 5 сортов данного вида – *Aurora*, *Honey Bee*, *Indigo Gem*, *Wojtek* и *Zojka*, а также выбранного в качестве эталона сравнения стандартного районированного сорта *Ленинградский великан* [1].

Сравнительное исследование биометрических параметров листовых пластинок обозначенных сортов жимолости, приведенных в таблице 1, выявило заметные генотипические различия, на что указывали сравнительно широкие диапазоны их варьирования в сортовом ряду, составлявшие для усредненных значений показателей длины 5,1–6,5 см, ширины – 2,4–3,1 см, листового индекса – 1,94–2,56, коэффициента формы – 0,73–0,78 и средней площади – 10,0–16,1 см². При этом установлены существенные таксономические различия в уровне вариабельности анализируемых признаков, что свидетельствовало об их явной зависимости от генотипа растений. Наиболее высокими значениями коэффициента вариации (от 23 % у сорта *Honey Bee* до 42 % у сорта *Aurora*), соответствующими признакам с повышенным и очень высоким уровнями изменчивости [2], характеризовалась площадь листовой пластинки. Несколько меньшими, но при этом сходными диапазонами варьирования в сортовом ряду коэффициента вариации были отмечены усредненные показатели длины и ширины листовой пластинки (соответственно 11–25 % и 12–23 %), относящиеся к признакам со средней и повышенной изменчивостью (таблица 1). Заметим, что наибольшими в таксономическом ряду ее значениями у данных параметров характеризовались сорта *Ленинградский великан* и *Aurora*, тогда как для остальных таксонов жимолости они были в 1,3–2 раза меньше.

Таблица 1– Биометрические характеристики листовых пластинок новых интродуцируемых сортов жимолости синей

Сорт	Длина, см		Ширина, см		Площадь, см ²		i листа		Коэффициент формы	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	V, %	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	V, %	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	V, %	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	V, %	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	V, %
<i>Ленинградский вел. (st)</i>	6,5±0,8	17	3,1±0,5	23	16,1±3,8	34	2,14±0,18	12	0,78±0,03	6
<i>Aurora</i>	6,1±1,0	25	2,4±0,3*	22	10,8±3,1*	42	2,56±0,16*	9	0,73±0,02*	3
<i>Honey Bee</i>	5,6±0,4*	11	2,8±0,3	14	12,0±1,9*	23	2,02±0,07	5	0,76±0,03	6
<i>Indigo Gem</i>	5,2±0,4*	13	2,6±0,2*	14	10,0±1,8*	27	2,03±0,10	7	0,75±0,02*	4
<i>Wojtek</i>	6,2±0,6	15	2,8±0,3	17	13,2±2,7	30	2,25±0,07	5	0,75±0,02*	4
<i>Zojka</i>	5,1±0,5*	15	2,6±0,2*	12	10,2±2,0*	28	1,94±0,09*	7	0,74±0,02*	4
НСР_{0,05}	0,87		0,43		3,43		0,16		0,03	

Примечание: * статистически значимые различия со стандартным сортом при p<0,05

Таблица 2 – Относительные различия новых интродуцируемых сортов жимолости синей с районированным сортом *Ленинградский великан* по биометрическим характеристикам листовых пластинок, %

Показатель	<i>Aurora</i>	<i>Honey Bee</i>	<i>Indigo Gem</i>	<i>Wojtek</i>	<i>Zojka</i>
Длина, см	-	-13,8	-20,0	-	-21,5
Ширина, см	-22,6	-	-16,1	-	-16,1
Площадь, см ²	-32,9	-25,5	-37,9	-	-36,6
Индекс листа	+19,6	-	-	-	-9,3
Коэфф.формы листа	-6,4	-	-3,8	-3,8	-5,1

Примечание: Прочерк означает отсутствие статистически значимых различий со стандартным сортом при p<0,05

Преимущественно низкой вариабельностью (в пределах 5–12 %) отличалась величина индекса листовой пластинки (i), что, на наш взгляд, обусловлено весьма высоким уровнем генетической детерминированности формы листа, индивидуальной у каждого сорта данного вида. На это же указывал и очень низкий в ряду анализируемых признаков уровень изменчивости коэффициента формы листа, не превышавший 3–6 %.

Как следует из таблицы 2, все тестируемые таксоны жимолости в разной степени уступали районированному сорту *Ленинградский великан* по большинству размерных параметров листовых пластинок. При этом относительная величина данных различий варьировалась в сортовом ряду по показателям их средней длины от 14 до 22 %, ширины – от 16 до 23 %, площади – от 26 до 38 % и коэффициенту формы – от 4 до 6 %, а наиболее крупными и примерно одинаковыми размерами листьев характеризовались сорта *Wojtek* и *Ленинградский великан*, выбранный в качестве эталона сравнения. Заметим, что сорт *Honey Bee*, из-за меньшей, чем у районированного сорта, средней длины листовых пластинок, уступал ему по показателю их площади на 25 %. Однако наиболее значительным, причем примерно сходным отставанием от стандартного сорта по линейным размерам и площади ассимилирующих органов характеризовались сорта *Aurora*, *Indigo Gem* и *Zojka*, тогда как маловыразительными оказались подобные различия по индексу и форме листовых пластинок, что обусловлено генетической детерминированностью данных признаков. Лишь в единичном случае – у сорта *Aurora* выявлено весьма значительное (до 20 %) превышение эталонного уровня первого из этих показателей, обусловленное уменьшением на 23 % ширины листовых пластинок на фоне отсутствия достоверных различий с ним по их длине и свидетельствовавшее о соответствующем изменении формы в сторону ее сужения.

Таким образом, среди новых интродуцируемых сортов жимолости синей наиболее крупными размерами ассимилирующих органов, примерно сопоставимыми с таковыми эталонного сорта *Ленинградский великан*, характеризовались сорта *Wojtek* и в меньшей степени *Honey Bee*, тогда как остальные тестируемые объекты достоверно уступали им по основным линейным параметрам и площади листовых пластинок. При этом наиболее высоким уровнем вариабельности в таксономическом ряду отмечена площадь листовой пластинки, тогда как наименьшим – величина индекса и коэффициент формы последней.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ильин, В. С. Жимолость синяя / В. С. Ильин // Помология. В пяти томах. Том V. Земляника. Малина. Орехоплодные и редкие культуры. – Орёл : Изд-во ВНИИСПК, 2014. – 587 с.
2. Зайцев, Г. Н. Интродукция жимолости в Ленинград / Г. Н. Зайцев // Труды БИН АН СССР. – Л., 1962. – Сер. 6. Вып. 8. – С. 184–275.

К содержанию

К. А. РАЗМЫСЛОВИЧ, Н. В. ШКУРАТОВА

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

АНАЛИЗ СОСТАВА ЭПИФИТНЫХ ЛИШАЙНИКОВ ТЕЛЬМОВСКОГО ЛЕСА Г. БРЕСТА

В последнее время возрастает роль рекреационного природопользования и связанного с ним значения городских лесов. Городские леса располагаются на землях городских поселений и предназначены для отдыха населения, а также для сохранения благоприятной экологической обстановки в городе, выполняют санитарно-гигиенические и эстетические функции [1]. В пределах г. Бреста наибольший по занимаемой площади имеет Тельмовский лес, расположенный на восточной окраине города. Тельмовский лес наряду с Мухавецким, Белоозеровским лесными массивами, относится к крупнейшим лесным массивам Брестского района [2]. Основу лесного массива составляют сосняки лесокультурного происхождения. Лесной массив окружают автотранспортная и железнодорожная магистраль, примыкает промзона, частная застройка.

Основу древесного яруса образует *Pinus sylvestris* L., к которой в разном соотношении примешиваются *Betula pendula* Roth, *Quercus robur* L., *Populus tremula* L., на опушках – *Acer negundo* L., *Robinia pseudoacacia* L. В подросте к перечисленным видам примешивается *Quercus rubra* L., который конкурирует с *Quercus robur* L. Подлесок образуют *Rhamnus frangula* L., *Sorbus aucuparia* L., *Juniperus communis* L., *Sambucus nigra* L., *Sambucus racemosa* L., *Ligustrum vulgare* L. Таким образом, среди древесных пород многочисленны инвазионные виды.

В эколого-субстратной классификации эпифитные лишайники подразделяют на группы эпифиллов, настоящих эпифитов, эпибриофитов, эпиксиллов. Для умеренной из них наиболее характерны настоящие эпифитные лишайники, которые поселяются на коре деревьев и могут быть представлены разнообразными морфотипами [3].

В Беларуси 68 % видового состава лишенобиоты произрастают на коре стволов и ветвей деревьев и кустарников. Из этого количества видов облигатными эпифитами можно считать 35,7 % видов. Следует отметить, что большую часть облигатных эпифитов составляют накипные лишайники, в то время как факультативные эпифиты широко представлены листоватыми и кустистыми жизненными формами [4].

Целью данного исследования явилось проведение таксономического, биоморфологического и эколого-субстратного состава эпифитных лишенокомплексов городских лесов на примере Тельмовского леса в черте г. Бреста. В ходе исследования выявлены 11 видов лишайников, относящихся к 5

семействам сумчатых лишайников. Наибольшим количеством видов представлено семейство *Parmeliaceae* Zenker (4 вида). Семейства *Lecanoraceae* Körb. включает 3 вида, семейства *Teloschistaceae* Zahlbr., *Physciaceae* Zahlbr., *Phlyctidaceae* Poelt et Vězda ex J. C. David et D. Hawksw., *Candelariaceae* Nakul. – по 1 виду.

Доминирующими видами по частоте встречаемости (распространены повсеместно) в исследованном лесном массиве являются *Xantoria parietina* (L.) Th. Fr., *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl., *Parmelia sulcata* Taylor, *Physcia hispida* (Schreb.) Frege, *Lecidea elaeochroma* (Ach.) M. Choisy. Часто встречаются *Hypogymnia tubulosa* (Schaer.) Hav., *Evernia prunastri* (L.) Ach., *Lecanora varia* (Hoffm.) Ach. Единично зарегистрированы три вида: *Phlyctis argena* (Ach.) Flot. и *Candelariella vitellina* (Hoffm.) Müll. Arg. регистрируются в составе лишенофлоры садово-парковых ансамблей, еловых лесов Беларуси [5, 6]; *Lecanora populicola* (DC. in. Lam. & DC.) Duby отмечается в составе лишенофлоры Гомельского Полесья [7].

Среди эпифитов в биоморфологическом отношении наиболее широко представлены группы листоватых и накипных лишайников (по 5 видов в каждой группе). Кустистые лишайники представлены только одним видом – *Evernia prunastri* (L.) Ach. (*Parmeliaceae* Zenker).

Для эпифитных видов в сравнении с другими эколого-субстратными группами лишайников характерна субстратоспецифичность. Существует мнение, что приуроченность многих эпифитных видов лишайников, произрастающих на коре, к определенной древесной породе, как и их видовое разнообразие, зависят от химических и физических свойств заселяемой ими коры дерева, а также от условий местопроизрастания древесной породы [7].

На исследованной территории в качестве основных форофитов выступают 5 древесных пород: *Pinus sylvestris* L., *Betula pendula* Roth, *Quercus robur* L., *Acer negundo* L., *Populus tremula* L. На стволах и ветвях лишайники занимают наиболее освещенные участки. Наибольшее видовое разнообразие лишайников отмечено для лиственных пород. Наибольшее количество видов выявлено на коре *Quercus robur* L. (8 видов).

Единично зарегистрированные виды *Phlyctis argena* (Ach.) Flot. и *Candelariella vitellina* (Hoffm.) Müll. Arg. нельзя считать узкоспециализированными относительно форофитов. Вид *Phlyctis argena* (Ach.) Flot., выявленный нами на коре *Quercus robur* L., в Беларуси регистрируется на коре различных лиственных пород [5]. Вид *Candelariella vitellina* (Hoffm.) Müll. Arg., выявленный нами на коре *Pinus sylvestris* L., нельзя считать узкоспециализированным относительно хвойных пород. Указанный лишайник характеризуют обширным мультирегинальным распространением и рассматривают как малоспецифичный вид по отношению к химическим свойствам субстрата, т.е. имеет широкую экологическую амплитуду относительно форофитов [8].

Наиболее специализированным следует считать вид *Lecanora populicola* (DC. in. Lam. & DC.) Duby, который предпочитает селиться на гладкой коре стволов и ветвей видов рода *Populus* L. Наиболее распространенными синузиями на исследованной территории являются: *Xantoria parietina* – *Physcia hispida*, *Xantoria parietina* – *Physcia hispida* – *Lecidea elaeochroma*, *Xantoria parietina* – *Lecidea elaeochroma*, *Hypogymnia physodes* – *Parmelia sulcate*, *Hypogymnia physodes* – *Hypogymnia tubulosa*, *Hypogymnia physodes* – *Evernia prunastri*, *Lecidea elaeochroma* – *Lecanora varia*. Вид *Candelariella vitellina* выявлен в составе синузии совместно с *Lecanora varia* и *Parmelia sulcate*.

Таким образом, состава эпифитных лишенокомплексов Тельмовского леса в черте г. Бреста обнаружено 11 видов лишайников, среди которых наиболее листоватые, накипные и кустистые формы. Однородность исследованной территории, малочисленный набор древесных пород определяют довольно однообразный состав эпифитных лишайников на территории Тельминского леса. Наибольшее распространение получили представители семейства *Parmeliaceae*, которые входят в большинство эпифитных синузий. Видовая специфичность к форофитам у большинства лишайников не выявлена.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хоссейн, А. Городские леса как объект ценностных отношений природопользования / А. Хоссейн // Труды БГТУ, 2016. – № 7. – С. 306–309.
2. Брестский район [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://brestobl.com/gorod/regbr/2prirod.html>. – Дата доступа: 20.10.2023.
3. Домбровская, А. В. Лишайники и мхи севера Европейской части СССР / А.В. Домбровская, Р.Н. Шляков. – Ленинград : Наука, 1967. – 285 с.
4. Цуриков, А. Г. Эпифитные лишайники Беларуси. II. Обязательные и факультативные эпифиты / А. Г. Цуриков // Известия Иркутского государственного университета. Сер. Биология. Экология. – Иркутск, 2021. – Т. 35. – С. 51–60.
5. Яцына, А. П. Лишайники и близкородственные грибы усадебных парков Могилёвской области (Республика Беларусь) / А. П. Яцына [и др.] // Бюллетень Брянского отделения РБО, 2018. – № 2 (14). – С. 26–32.
6. Белый, П. Н. Географическая структура лишенофлоры еловых лесов Беларуси / П. Н. Белый // Веснік МДПУ імя І. П. Шамякіна, 2012. – № 1(34). – С. 3–10.
7. Цуриков, А. Г. Географический анализ лишенофлоры Гомельского Полесья / А. Г. Цуриков, О. М. Храмченкова // Веснік Мазырскага дзяржаўнага педагагічнага ўніверсітэта імя І. П. Шамякіна, 2007. – 1 (16). – С. 48–52.
8. Исмаилов, А. Б. Эпифитные лишайники Гунибского плато (Внутригорный Дагестан) / А. Б. Исмаилов, Г. П. Урбанавичюс // Известия Самарского научного центра РАН, 2013. – Т. 15, № 3. – С. 69–77.

К содержанию

Т. А. СЕЛЕВИЧ, Д. Н. ГОЛОВАЧ

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

ВИДОВОЙ СОСТАВ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ ОЗЕРА БЕЛОЕ (ЛУНИНЕЦКИЙ РАЙОН, БРЕСТСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Актуальность. Поскольку на территории Республики Беларусь большое количество рек, каналов, озер, водохранилищ и прудов, очень важно продолжать исследование видового состава водных растений, с целью выявления местообитаний редких и охраняемых растений.

Согласно последнему изданию Красной книги, оз. Белое в Лунинецком районе Брестской области является местообитанием двух очень редких охраняемых видов растений – лобелии Дортманна *Lobelia dortmanna* L. (I категория национального природоохранного значения – вид, находящийся на грани исчезновения) и полушника озерного *Isoëtes lacustris* L. (II категория национального природоохранного значения – исчезающий вид) [1, с. 55, 91]. Интересно было подтвердить местонахождение охраняемых видов, а также сравнить встречаемость этих видов за два вегетационных сезона.

Цель – выявить видовой состав сосудистых растений оз. Белое в Лунинецком районе Брестской области.

Материалы и методы. Материалами для исследования послужили сосудистые растения, произраставшие в оз. Белое в полевые сезоны 2022–2023 гг., их гербарные образцы. По данным литературы, оз. Белое имеет площадь водного зеркала 0,22 км², наибольшую глубину 17 м [2, с. 69]; относится к олиготрофному типу. При проведении исследования использовали маршрутный метод: в доступных местах совершали пешие проходы вдоль береговой линии; сбор материала производили вручную с берега. Для более точного определения встречаемости видов в 2022 г. в прибрежной полосе акватории закладывали 6 пробных площадей протяженностью 20 м каждая; в 2023 г. продолжили наблюдения на этих площадях и добавили еще 2 пробные площади для более полного и равномерного охвата береговой линии.

При экологическом анализе собранных растений использовали классификацию растений водоемов и водотоков российского гидробиолога В. Г. Папченкова, согласно которой выделяли экологические группы: гидрофиты (настоящие водные растения); гелофиты и гигрогелофиты (в сумме – прибрежно-водные растения); гигрофиты, гигромезо- и мезофиты (в сумме – околоводные растения) [3].

Результаты исследований. В таблице 1 представлены результаты таксономического анализа списка выявленных видов сосудистых растений.

Как видно из таблицы, флора оз. Белое насчитывает 43 вида сосудистых растений. Они относятся к 31 роду, 21 семейству, 4 классам, 3 отделам (Lycopodiophyta, Equisetophyta, Magnoliophyta). В отделе Magnoliophyta двудольные по числу видов составляют 46,5 %, однодольные – 48,8 %.

Таблица 1 – Таксономическая структура видового состава сосудистых растений озера Белое

Отдел	Класс	Число семейств	Число родов	Число видов	
				n	%
Lycopodiophyta	Isoëtopsida	1	1	1	2,3
Equisetophyta	Equisetopsida	1	1	1	2,3
Magnoliophyta	Liliopsida	5	11	21	48,8
	Magnoliopsida	14	17	20	46,5
Всего: 3	4	21	31	43	100

В таблице 2 приводится список настоящих водных и прибрежно-водных сосудистых растений с распределением их по экологическим группам.

Таблица 2 – Распределение видов сосудистых растений водной составляющей оз. Белое по экологическим группам

Экологическая группа	Название вида
Гидрофиты	1. <i>Isoëtes lacustris</i> L.
	2. <i>Lobelia dortmanna</i> L.
Геллофиты	3. <i>Equisetum fluviatile</i> L.
	4. <i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.
	5. <i>Typha latifolia</i> L.
Гигрогеллофиты	6. <i>Alisma plantago-aquatica</i> L.
	7. <i>Carex acuta</i> L.
	8. <i>Carex rostrata</i> Stokes.
	9. <i>Eleocharis palustris</i> (L.) Roem. et Schult.

По сравнению с 2022 г. список пополнился лишь двумя видами рода *Carex*, но все равно остался крайне бедным. По-прежнему в 2023 г. настоящие водные растения были представлены только двумя видами, и это несмотря на высокую прозрачность воды.

Таблица 3 содержит полный спектр гидроморф сосудистых растений озера Белое, для сравнения в ней также представлены аналогичные спектры для оз. Ореховское, расположенного на юго-западе Брестской области в Малоритском районе [4], и для водораздельных озер Среднего Поволжья [3]. Видно, что в оз. Белое лидируют гигрофиты (20 видов, или 46,5 %). Далее по убывающей идут гигромезо- и мезофиты (14 видов, или 32,6 %), гигроге-

лофиты (4 вида, или 9,3 %), гелофиты (3 вида, или 7 %). Гидрофиты представлены лишь двумя видами (4,7 %). Таким образом, на околоводные растения приходится 79 %, а на виды водной составляющей – только 21 %.

Таблица 3 – Спектр гидроморф сосудистых растений озера Белое в сравнении со спектрами гидроморф сосудистых растений оз. Ореховское [4] и водораздельных озер Среднего Поволжья [3]

Экологическая группа	Озеро Белое		Озеро Ореховское		Озера Среднего Поволжья	
	п	%	п	%	п	%
Гидрофиты	2	4,7	7	13,7	68	25,4
Гелофиты	3	7,0	4	7,8	23	8,6
Гигрогелофиты	4	9,3	5	9,8	41	15,3
Гигрофиты	20	46,5	24	47,1	116	43,3
Гигромезо- и мезофиты	14	32,5	11	21,6	20	7,4
Всего:	43	100	51	100	268	100

В оз. Ореховское содержание околоводных видов ниже (68,7%), а видов водной составляющей – заметно выше (31,3%), чем в оз. Белое, при этом в 3 с лишним раза больше число настоящих водных растений, то есть гидрофитов.

В озерах Среднего Поволжья водные и околоводные виды растений представлены примерно одинаково, а доля настоящих водных растений заметно более высокая, чем в белорусских озерах, особенно по сравнению с оз. Белое. Если в оз. Ореховское пониженное содержание настоящих водных растений, по мнению авторов, объясняется, в частности, низкой прозрачностью воды (0,2 м по диску Секки), то в озере Белое, напротив, по нашим данным, прозрачность гораздо более высокая (более 3,0 м). Низкое видовое разнообразие видов-гидрофитов в оз. Белое имеет другую причину и скорее всего связано с его олиготрофностью.

Стоит также отметить, что в 2023 г. по сравнению с 2022 г. снизилась встречаемость краснокнижных видов-гидрофитов – полушника озерного и лобелии Дортманна). Если в вегетационном сезоне 2022 г. лобелия встречалась на всех 6-ти пробных площадях, то в 2023 г. лишь на 4-х пробных площадях из 8-ми. Похожая ситуация сложилась и с полушником: если в 2022 г. он встречался на 3-х пробных площадях из 6-ти, то в 2023 г. – лишь на одной пробной площади из 8-ми.

Такое изменение встречаемости могло быть связано с различием погодных условий двух вегетационных сезонов или же оно отразило выявленную сравнительно недавно тревожную тенденцию. Так, по данным Б. П. Власова с соавторами, в течение нескольких последних лет в оз. Белое шло сокращение численности популяции полушника озерного. По мнению

авторов, это могло быть связано с усилением антропогенного эвтрофирования и загрязнением воды и донных отложений солями тяжелых металлов и другими биогенами [5, с. 178]. Косвенным показателем локального эвтрофирования прибрежной полосы акватории может быть обнаружение нами на кромке воды типичных видов низинных болот *Naumburgia thyrsiflora* (L.) Reichenb. и *Comarum palustre* L. Авторы работы [5] видят насущную необходимость разработки совершенной системы контроля за выполнением специального режима охраны, хозяйственной деятельностью и использованием озера, о чем они писали еще в 2019 г.

По нашим наблюдениям, оз. Белое и сейчас испытывает сильнейшую антропогенную нагрузку, прежде всего рекреационную. Помимо детского летнего лагеря «Спутник», расположенного на берегу озера, такую нагрузку оказывают неорганизованные туристы, которые едут сюда отдыхать со всей Беларуси, влекомые необычайно чистой и прозрачной водой озера, причем зачастую устраивают стоянки машин практически на берегу уникального водоема. По-видимому, местные экологические службы пока бессильны как-то переломить ситуацию в лучшую сторону.

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. Блакітны скарб Беларусі: Рэкі, азёры, вадасховішчы, турысцкі патэнцыял водных аб'ектаў. – Мн.: БелЭн, 2007. – 480 с.

3. Папченков, В. Г. Закономерности зарастания водотоков и водоемов Среднего Поволжья: дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.16 – экология / В. Г. Папченков. – СПб., 1999. – 578 с.

4. Селевич, Т. А. Видовой состав сосудистых растений озера Ореховское Малоритского района / Т. А. Селевич, Е. В. Яцура // Проблемы оценки, мониторинга и сохранения биоразнообразия: сборник материалов Республиканской науч.-практ. экологической конференции, Брест, 23 нояб. 2017 г. – Брест : БрГУ имени А. С. Пушкина, 2017. – С. 133–137.

5. Власов, Б. П. Реликтовый вид полушник озерный (*Isoetes lacustris* L.): интегральный подход к изучению и проблемы сохранения генетического ресурса вида в Беларуси / Б. П. Власов, М. А. Джус, А. Н. Юхимук, А. Б. Власова // Современное состояние и перспективы развития особо охраняемых природных территорий (ООПТ): сборник научных статей. – Минск : 2019. – С. 175–181.

К содержанию

О. В. СИНЧУК¹, А. В. ТИМАШКОВА^{1,2}, Д. Г. ЖОРОВ¹

¹Минск, БГУ

²Минск, ИЭБ имени В.Ф. Купревича НАН Беларуси

**ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ О СТРУКТУРЕ
НАСАЖДЕНИЙ JUGLANDACEAE И СВЯЗАННЫХ С НИМИ
ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ НА ТЕРРИТОРИИ
ЦБС НАН БЕЛАРУСИ**

Введение. При планировании насаждений Минского дендрологического парка (Центральный ботанический сад НАН Беларуси) в 1930 г. рассматривалась возможность высадки 11 видов и одной формы (согласно систематике базы данных GBIF) из семейства Juglandaceae с различных регионов и континентов [1]. По результатам инвентаризации насаждений в 1980-е годы в насаждениях присутствовали 10 видов и 3 гибридных формы представителей Ореховых [2]. В соответствии с последними исследованиями специалистов в условиях насаждений Центрального ботанического сада НАН Беларуси произрастают 11 видов и одна гибридная форма интродуцированных представителей из семейства Juglandaceae, а именно: кария сердцевидная (*Carya cordiformis* (Wangenheim) Koch, 1869), орех айлантолистный (*Juglans ailantifolia* Carrière, [1878]), орех серый (*Juglans cinerea* Linnaeus, 1759), орех сердцевидный (*Juglans cordiformis* Maximowicz, 1873), орех Гиндса (*Juglans hindsii* (Jepson) Jepson ex Smith, 1909), орех большой (*Juglans major* (Torrey) Heller, 1904), орех маньчжурский (*Juglans mandshurica* Maximowicz, 1856), орех мелкоплодный (*Juglans microcarpa* Berlandier, [1850]), орех черный (*Juglans nigra* Linnaeus, 1753), орех грецкий (*Juglans regia* Linnaeus, 1753), лапина ясенелистная (*Pterocarya fraxinifolia* (Poiret) Koch, 1869), лапина Редера (*Pterocarya ×rehderiana* Schneid, 1904 [3]).

Материалы и методы. Сбор фактического материала по представителям семейства Juglandaceae и связанных с ними живых организмов осуществлялся в течении второй половины полевого сезона 2023 г. Отдельные растения, а также их генеративные и вегетативные органы фотографировались при помощи мобильного устройства Xiaomi Redmi 9 и зеркальной цифровой камеры Canon 1100d. Отдельные листовые пластинки, в том числе с повреждениями, гербаризировались в соответствии с классическими подходами [4]. Плоды очищались, высушивались и помещались в полиэтиленовые пакеты с застежкой (Zip Lock) или бумажные крафт пакеты. Все образцы снабжались этикетками. Идентификацию растений [5, 6], грибов [7] и членистоногих [8–

10] осуществляли при помощи специализированных ключей. При определении использовались стереомикроскоп МБС-9 и биологический микроскоп Levenhuk MED D40T.

Результаты исследований. Среди представителей семейства Juglandaceae нами подтверждено произрастание 8 видов и 4 гибридных формы, а именно: *J. ailantifolia*, *J. cinerea*, *J. cordiformis*, *J. hindsii*, *J. mandshurica*, *J. nigra*, *J. regia*, *J. mandshurica* × *J. cinerea*, ? *J. mandshurica* × *J. nigra*, *P. fraxinifolia*, *P. ×rehderiana*, *Juglans* × *sinensis* (C. de Candolle) Rehd. Наиболее широко представлены в Центральном ботаническом саду растения *J. cinerea* и *J. mandshurica*, что указывает на высокий потенциал использования данных растений в зеленом строительстве городов [11].

Указание *J. major* в научной литературе [3] вызывает сомнение. Снабженный табличкой экземпляр древесного растения в Центральном ботаническом саду возможно гибрид *J. nigra* и *J. mandshurica* или декоративная вариация (форма) *J. mandshurica* (предположительно). По структуре коры и листовым пластинкам действительно растение очень сходно с орехом большим, однако, плод указывает на принадлежность растения к результату межвидовой гибридизации, либо указывает на декоративную форму одного из видов *Juglans*. Данная гипотеза требует дополнительных исследований с использованием анатомических, морфологических и молекулярно-генетических методов.

Одна из основных аллей сформирована орехом маньчжурским. Данные растения характеризуются зимостойкостью и светолюбивостью. Отмечается большая изменчивость плодов у растений. Кроме того, по морфологии листьев и плодов нами в ботаническом саду обнаружены гибридные формы ореха маньчжурского с грецким (*J. ×sinensis*), черным (? *J. mandshurica* × *J. nigra*) и серым (*J. mandshurica* × *J. cinerea*). Гибридная форма между маньчжурским и черным орехами еще требует подтверждения. Нами подтверждаются литературные данные по обнаружению лапины ясенелистной в Центральном Ботаническом саду. Произрастает несколько деревьев, которые обильно плодоносят. Кроме того, отмечается большое число молодых растений возрастом от 1 до 5 лет. Гибридная форма лапины *Pterocarya* × *rehderiana*, которое представляет собой гибрид *Pterocarya fraxinifolia* и *Pterocarya stenoptera*, представлена только одним растением. Представителей рода *Carya* в течении данного полевого сезона обнаружить не удалось.

По результатам изучения комплекса филофагов – вредителей представителей семейства Juglandaceae насаждениях ботанического сада в течение этого полевого сезона нам удалось выявить: большая ореховая тля (*Panaphis juglandis* (Goeze, 1778), малая ореховая тля (*Chromaphis juglandicola* (Kaltenbach, 1843), войлочный ореховый клещ (*Aceria erinea*

(Nalepa, 1891), ореховый пузырьковый клещ (*Aceria tristriata* (Nalepa, 1890). Гибридная форма *J. ×sinensis* (*J. mandshurica* х *J. regia*) обнаруженная в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси повреждается *A. erinea* и, по-видимому, не устойчива и по отношению к другим специализированным вредителям *J. regia*.

Обнаружено два повреждения листовых пластинок *J. cinerea* предположительно личинками лещинной минирующей моли-пестрянки (*Phyllonorycter coryli* (Nicelli, 1851). Факт идентификации вида подтверждается присутствием в непосредственной близости растений рода *Corylus*, имеющих на листовых пластинках аналогичные верхнесторонние мины. В собранных повреждениях отмечаются живые личинки 4 возраста (07.09.2023). Выхода имаго пока не наблюдали. Подобный случай несколько позже был зарегистрирован нами в условиях памятника природы республиканского значения «Дубрава «Щомыслицкая» при схожих условиях [12]. Трофобиотический с *P. juglandis* связаны следующие виды муравьев: рыжий лесной (*Formica rufa* Linnaeus, 1761), бурый лесной муравей (*Formica fusca* Linnaeus, 1758) и рыжая мирмика (*Myrmica rubra* (Linnaeus, 1758). Один из отловленных экземпляров рыжей мирмики имел все характерные признаки группы *rubra*. Однако, у него имелись достаточно развитые шипы на проподоуме; между шипами наблюдалась зеркальная поверхность; узелки стебелька были практически гладкие. В медиатеке AntWeb v8.97 подобные экземпляры присутствуют (CASENT0010684, CASENT0010644), что позволяет подтвердить правильность идентификации вида. Среди маломобильных энтомофагов *P. juglandis* пока удалось отловить только инвазивную азиатскую коровку (*Harmonia axyridis* Pallas, 1773). На листовых пластинках также собран акарифаг – *Stethorus pusillus* (Herbst, 1797). Предполагается, что данный вид может питаться филофагами рода *Aceria*. На стволе дерева *J. cinerae* обнаружены плодовые тела ложного трутовика (*Phellinus igniarius* (L.) Quél., 1886).

Таким образом, по результатам исследований на территории Центрального ботанического сада отмечено произрастание 8 видов и 4 гибридных форм представителей семейства Juglandaceae. Среди филофагов вредителей на грецком орехе – *P. juglandis*, *Ch. juglandicola*, *A. erinea*, *A. tristriata*, на орехе сером – *Ph. coryli*, на *Juglans ×sinensis* – *A. erinea*. Первые указываются для фауны ботанического сада представители семейства Coccinellidae (Coleoptera): *Harmonia axyridis*, *Stethorus pusillus*, семейства Formicidae (Hymenoptera): *Formica rufa*, *Formica fusca*, *Myrmica rubra* и семейства Gracillariidae (Lepidoptera): *Ph. coryli*. Ложный трутовик ранее уже указывался специалистами на других видах листовых древесных пород.

Благодарности. Исследования проводились в рамках выполнения НИР БРФФИ Б23М-049 «Растительноядные виды насекомых и клещей – вредители древесных растений семейства Juglandaceae в условиях зеленых насаждений

Беларуси: особенности биоэкологии, современный характер географического распространения, количественная оценка уровня вредоносности».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мельнік, С. Праект закладання Менскага Дэндралагічнага Парку / С. Мельнік // Матар’ялы па лясной дасьледчай справе БССР. – 1930. – Вып. 5. – С. 33–70.
2. Древесные растения Центрального ботанического сада АН БССР / Е.З. Бобореко [и др.]. – Минск: Наука и техника, 1982. – 293 с.
3. Каталог сосудистых растений Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси (открытый грунт) / И.К. Володько [и др.], науч. ред.: В. Н. Решетников, В. В. Титок. – Минск : Тэхналогія, 2010. – 264 с.
4. Скворцов, А. К. Гербарий. Пособие по методике и технике / А. К. Скворцов. – Москва: Наука, 1977. – 199 с.
5. Analysis of genetic diversity and structure in a worldwide walnut (*Juglans regia* L.) germplasm using SSR markers / A. Bernard [et al.] // PLoS ONE. – 2018. – Vol. 13, iss. 11. – e0208021. DOI: 10.1371/journal.pone.0208021.
6. Жигалова, С.Л. Виды рода *Juglans* L. (Juglandaceae), інтродуковані в Украіну: ключі для визначення / С. Л. Жигалова // Інтродукція раслін. – 2002. – № 3–4. – С. 57–62.
7. Вишневский, М. В. Лекарственные грибы России / М.В. Вишневский. – М. : Проспект, 2019. – 704 с.
8. Синчук, О. В. Определитель муравьев (Hymenoptera: Formicidae) Беларуси: учебные материалы / О. В. Синчук. – Минск : БГУ, 2015. – 50 с.
9. Ellis, W. N. Plant Parasites of Europe: leaf miners, galls and fungi / W. N. Ellis. – 2001–2021. – Mode of access: <https://bladmineerders.nl>. – Date of access: 12.10. 2023.
10. Nedvěd, O. Ladybird beetles (Coccinellidae) of Central Europe / O. Nedvěd. – Praha: Academia, 2020. – 303 p. – (Zoological keys. Vol. 4).
11. Жоров, Д. Г. Перспективы использования представителей семейства Juglandaceae в городских зеленых насаждениях Беларуси / Д. Г. Жоров, О.В. Синчук // Проблемы озеленения крупных городов: сборник статей XXII Научно-практического форума, г. Москва, 29–30 авг. 2023 г. – М. : ООО «МК-ИНТЕРТРЕЙД», ООО «ИНТЕК», 2023. – С. 79–83.
12. Синчук, О. В. Современная структура насаждений представителей семейства Juglandaceae в условиях памятника природы республиканского значения «Дубрава «Щомыслицкая» / О. В. Синчук, Д. Г. Жоров // Заповедное дело в Беларуси: материалы научно-практической конференции, г. Минск, 1–3 нояб. 2023 г. – Минск, 2023.

К содержанию

И. П. СЫСОЙ

Минск, Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси

**РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ
НА ТЕРРИТОРИИ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ И ИХ
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА**

В настоящее время наблюдается увеличение спроса на использование фитопрепаратов. По экспертной оценке в стране имеется высокий ресурсный потенциал дикорастущих лекарственных растений: биологический запас их сырья составляет 832 тысячи тонн [1]. Анализ данных по закупкам и заготовкам растительного сырья показал, что в последние десятилетия наблюдается тенденция недостаточного использования дикорастущих растительных ресурсов страны. В связи с этим имеются значительные резервы роста объемов заготовок лекарственного сырья и ассортимента продукции на его основе.

В рамках ведения Государственного кадастра растительного мира Республики Беларусь проводится комплексная оценка растительных ресурсов в различных регионах страны с помощью разработанного алгоритма кадастровой региональной оценки запасов хозяйственно полезных растений [1]. Так, нами был определен ресурсный потенциал 80 видов дикорастущих лекарственных растений на территории всех административных районов Брестской области (таблица 1).

Таблица 1 – Запасы и возможные ежегодные объемы заготовок сырья дикорастущих лекарственных растений на территории Брестской области.

Район	Биологический запас сырья, т	Эксплуатационный запас сырья, т	Возможные ежегодные объемы заготовок сырья, т
Барановичский	7950,5	3975,3	1653,9
Березовский	3733,6	1866,8	713,4
Брестский	7083,7	3541,8	1421,5
Ганцевичский	9440,9	4720,5	1744,4
Дрогичинский	5984,3	2992,1	1119,1
Жабинковский	1551,7	775,9	302,4
Ивановский	5449,2	2724,6	1066,3
Ивацевичский	15318,0	7659,0	2868,9
Каменецкий	5265,1	2632,5	1050,8
Кобринский	6627,1	3313,5	1237,0
Лунинецкий	11534,3	5767,2	2104,6
Ляховичский	4354,4	2177,2	782,2
Малоритский	7291,7	3645,9	1385,3

Пинский	11125,1	5562,5	2159,5
Пружанский	13892,7	6946,3	2814,5
Столинский	12341,2	6170,6	2360,3
Всего по области	128943,5	64471,7	24784,1

Выявлено неравномерное распределение ресурсов лекарственных растений в регионе. Наибольшая их концентрация отмечена на территории Ивацевичского, Пружанского, Столинского, Лунинецкого и Пинского районов.

Анализ полученных данных позволил выделить 33 вида с наибольшим ресурсным потенциалом в регионе. Они распределяются на 3 группы в зависимости от величины биологического запаса их сырья на территории Брестской области:

1 группа – 12 видов, биологический запас лекарственного сырья которых составляет более 1000 т: *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. – Ольха черная (1706,9 т), *Betula* sp. – Береза (*B. pendula* Roth – Б. повислая и *B. pubescens* Ehrh. – Б. пушистая) (29547,0 т), *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. – Таволга вязолистная (2921,1 т), *Frangula alnus* Mill. – Крушина ломкая (10685,4 т), *Menyanthes trifoliata* L. – Вахта трехлистная (1057,2 т), *Pinus sylvestris* L. – Сосна обыкновенная (58661,6 т), *Quercus robur* L. – Дуб черешчатый (4010,2 т), *Rubus idaeus* L. – Малина (2321,2 т), *Sorbus aucuparia* L. – Рябина обыкновенная (1478,2 т), *Vaccinium myrtillus* L. – Черника обыкновенная (7822,3 т), *V. vitis-idaea* L. – Брусника (3518,1 т). Они имеют обеспеченную сырьевую базу в регионе для промышленных заготовок сырья.

2 группа – 8 видов, биологический запас лекарственного сырья которых составляет от 100 до 1000 т: *Acorus calamus* L. – Аир обыкновенный (442,2 т), *Comarum palustre* L. – Сабельник болотный (288,8 т), *Convallaria majalis* L. – Ландыш майский (883,4 т), *Equisetum arvense* L. – Хвощ полевой (725,3 т), *Fragaria vesca* L. – Земляника лесная (476,4 т), *Juniperus communis* L. – Можжевельник обыкновенный (354,4 т), *Ledum palustre* L. – Багульник болотный (929,3 т), *Urtica dioica* L. – Крапива двудомная (660,1 т). Запасы сырья данных видов на территории Брестской области достаточны для заготовок.

3 группа – 13 видов, биологический запас лекарственного сырья которых составляет от 10 до 100 т: *Achillea millefolium* L. – Тысячелистник обыкновенный (84,4 т), *Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng. – Толокнянка обыкновенная (26,5 т), *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik. – Сумочник обыкновенный (27,7 т), *Centaurea cyanus* L. – Василек синий (17,6 т), *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott – Щитовник мужской (33,5 т), *Gnaphalium uliginosum* L. – Сушеница топяная (11,7 т), *Lycopodium clavatum* L. – Плаун булавовидный (18,0 т), *Padus avium* Mill. – Черемуха обыкновенная (76,7 т), *Potentilla erecta* (L.) Raeusch. – Лапчатка прямостоячая (40,8 т), *Salix fragilis* L. – Ива ломкая (12,0 т), *Taraxacum officinale* Wigg. – Одуванчик лекарственный (21,5 т),

Tilia cordata Mill. – Липа сердцелистная (10,5 т), *Viola arvensis* Murr. – Фиалка полевая (13,5 т). Эти виды в регионе можно заготавливать лишь в небольших объемах.

На основе полученных материалов выделено 20 видов дикорастущих лекарственных растений, перспективных для вовлечения в экономический оборот (1 и 2 группы). Возможные ежегодные объемы заготовок их сырья составляют 99,7% от общих объемов 80 видов лекарственных растений на территории исследуемого региона и представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Возможные ежегодные объемы заготовок сырья дикорастущих лекарственных растений, перспективных для вовлечения в экономический оборот на территории Брестской области

Вид растения	Возможные ежегодные объемы заготовок сырья, т
<i>Acorus calamus</i> L. – Аир обыкновенный	31,6
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn. – Ольха черная	284,5
<i>Betula</i> sp. – Береза (<i>B. pendula</i> Roth – Б. повислая и <i>B. pubescens</i> Ehrh. – Б. пушистая)	4432,1
<i>Comarum palustre</i> L. – Сабельник болотный	20,6
<i>Convallaria majalis</i> L. – Ландыш майский	110,4
<i>Equisetum arvense</i> L. – Хвощ полевой	181,3
<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim. – Таволга вязолистная	365,1
<i>Fragaria vesca</i> L. – Земляника лесная	59,6
<i>Frangula alnus</i> Mill. – Крушина ломкая	1602,8
<i>Juniperus communis</i> L. – Можжевельник обыкновенный	88,6
<i>Ledum palustre</i> L. – Багульник болотный	77,4
<i>Menyanthes trifoliata</i> L. – Вахта трехлистная	264,3
<i>Pinus sylvestris</i> L. – Сосна обыкновенная	14665,4
<i>Quercus robur</i> L. – Дуб черешчатый	401
<i>Rubus idaeus</i> L. – Малина	580,3
<i>Sorbus aucuparia</i> L. – Рябина обыкновенная	369,6
<i>Urtica dioica</i> L. – Крапива двудомная	165
<i>Vaccinium myrtillus</i> L. – Черника обыкновенная	651,9
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L. – Брусника	351,8

По результатам определения запасов растительного сырья в натуральном выражении проведена экономическая оценка ресурсов основных видов лекарственных растений региона по формуле [2]:

$$C_i = Z_i \times \frac{P_i}{100} \times K_c \times B \times \frac{q_{\text{эк}}}{q_{\text{э}}}$$

где C_i – стоимостная оценка i -го вида, руб.; Z_i – эксплуатационный запас i -го вида, кг; Π_i – рекомендуемый объем ежегодного использования запаса i -го вида в %; K_c – коэффициент, учитывающий ресурсную стоимость i -го вида, эквивалентную стоимости возмещения вреда при утрате ресурса в базовых величинах, б.в./кг; B – размер базовой величины, установленный законодательством на дату оценки запасов растительных ресурсов, руб.; $q_{эк}$ – капитализатор (норма дисконта) экологической сферы, значение которого обратно пропорционально сроку воспроизводства потребляемого природного вещества, составляющего основу естественной экологической системы определенного типа; $q_э$ – капитализатор (норма дисконта) экономической сферы, принимается на уровне 0,05.

По предварительным расчетам стоимостная оценка запасов сырья основных 70 видов дикорастущих лекарственных растений региона составляет более 644 млн. белорусских рублей, из которых 99,9% приходится на 20 видов, выделенных в качестве перспективных для заготовки сырья в регионе.

Таким образом, проведенная оценка запасов лекарственного растительного сырья в натуральном и стоимостном выражении показала, что исследуемый регион обладает значительным ресурсным и экономическим потенциалом. Выявлены центры концентрации запасов сырья. Выделены виды, перспективные для заготовки сырья и вовлечения в экономический оборот. Полученные результаты являются основой для реализации комплекса мер, направленных на повышение устойчивого использования растительных ресурсов, для развития экономики региона и увеличения производства экспортной продукции, импортозамещения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственный кадастр растительного мира Республики Беларусь. Основы кадастра. Первичное обследование 2002–2017 гг. / О. М. Масловский [и др.]; науч. ред. А. В. Пугачевский. – Минск : Беларуская навука, 2019. – 599 с.

2. Неверов, А. В. К вопросу о методике комплексной экономической оценки растительных ресурсов Беларуси как элемента Национального богатства / А. В. Неверов, И. П. Сысой, О. М. Масловский, А. А. Сидорович, А. В. Равино, Н. А. Масилевич // Ботаника (исследования) : Сб. науч. тр. / Ин-т эксперимент. бот. НАН Беларуси. – Минск, 2022. – Вып. 51. – С. 95–102.

К содержанию

П. П. ФИЛИПЧИК, О. В. СОЗИНОВ

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

**ОНТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ СПЕКТРЫ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ
БРУСНИКИ *VACCINIUM VITIS-IDAEA* СОСНЯКОВ
ОРЛЯКОВЫХ И МШИСТЫХ НА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ
ГРАДИЕНТАХ**

Брусника *Vaccinium vitis-idaea* L. имеет важное хозяйственное значение (фармакопейный вид в Беларуси [1]), широкое распространение и значительную амплитуду варьирования экологических условий произрастаний [2]. При рациональном использовании природных популяций лекарственных растений необходимы данные по популяционной структуре видов растений. Для этого необходимо знание возрастной структуры ресурсозначимых популяций [3].

Целью работы является изучение возрастных состояний ценопопуляций *Vaccinium vitis-idaea* L. сосняков орляковых и мшистых на экологических градиентах.

Исследование проводили в августе-октябре 2022 года в Вороновском районе Гродненской области Беларуси. Заложены шесть пробных площадей (ПП=400 м²) в сосняках мшистых (2) и сосняках орляковых (4). По лесотаксационным данным Жирмунского лесничества выдела характеризовались: класс бонитета древостоя I (сосняки мшистые, кодировка ПП А7-А8) и IA (сосняки орляковые, код ПП А3-А6), средняя высота древостоя от 23 до 27 м., возраст древостоя от 65 до 75 лет, относительная полнота 0,7. Тип лесорастительных условий (ТЛУ) – в сосняках орляковых В₂, в сосняках мшистых – А₂. Сквозистость крон определяли с помощью фотокамеры: фотографировали кроны снизу вверх в пяти точках ПП на уровне 0,5–0,6 м (20,2 Мп) и оценивали световой режим в программе ImageJ по схеме метода уколов [4, 5]. Обилие видов живого напочвенного покрова (ЖНП) определяли методом учетных площадок (УП) 1 м² (УП 25×6=150). Рассчитывали экологические режимы биотопов по шкалам Д. Н. Цыганова [6].

Для выделения возрастных состояний побегов брусники нами принята классификация, предложенная в [3]. Возрастные состояния брусники *Vaccinium vitis-idaea* L. изучали на учётных площадках 0,09 м² на градиенте обилия от 1 до 100 % (УП 20×6=120). Побеги брусники срезали и фотографировали на светлом листе бумаги с масштабной линейкой и подписями номера пробной площади и УП, а далее определяли возрастные состояния *V. vitis-*

idaea. Нами проведена оценка возрастных состояний 5759 побегов брусники.

Оценили достоверность различий онтогенетических спектров популяций брусники по методу χ^2 Пирсона в Statistica 10. Провели корреляционный анализ для выявления связи доли одного возрастного состояния *Vaccinium vitis-idaea* и экологического фактора (увлажнение почв HD, трофность почв TR, богатство почв азотом NT, кислотность почв RC, освещенности/затенения LC, переменность увлажнения почв FH и сквозистости, %).

Изучение онтогенетического спектра ценопопуляций *Vaccinium vitis-idaea* показало, что для каждого фитоценоза характерны полночленные популяции. Наибольшая доля участия приходится на генеративную возрастную группу (53,1 %), наименьшая – на старую возрастную группу (9,45 %), что свидетельствует о том, что фитоценопопуляция *V. vitis-idaea* L. полночленная, нормального типа (гомеостатическая) [7].

Выявлено преобладание имматурного (im) возрастного состояния, количество побегов в общей совокупности ценопопуляций *Vaccinium vitis-idaea* – 1838 шт. (31,92 %), в сосняках орляковых – 1494 шт. (25,94 %), а в сосняках мшистых определили 344 побега (5,97 %). Высокое процентное соотношение имеют нецветущие средневозрастные генеративные побеги (g_{2v}) и нецветущие старые генеративные побеги (g_{3v}) – 1273 (22,1 %) и 1098 (19,07 %) побегов соответственно. В сосняках орляковых доли g_{2v} и g_{3v} следующие: 14,5 % и 7,61 %; в сосняках мшистых – 13,04 % и 6,03 % соответственно (рисунок 1).

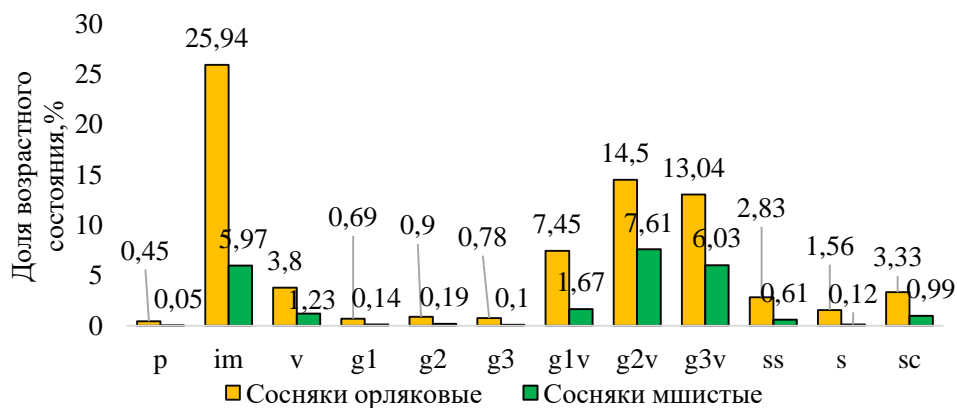


Рисунок 1 – Процентное соотношение парциальных кустов брусники в ценопопуляции по возрастным состояниям

Так как количество пробных площадей в сосняках орляковых больше (4), по сравнению с количеством пробных площадей, заложенных в сосняках мшистых (2), заметно преобладание всех возрастных состояний в сосняках орляковых. Низкое число побегов проростков (p) связано с тем, что в полевых условиях очень сложно отличить проросток от имматурного состояния [3].

Высокая разница в процентном соотношении генеративных побегов (g_1 , g_2 , g_3) от генеративных нецветущих (g_{1v} , g_{2v} , g_{3v}) объясняем сложностью определения первых. На многих побегах отсутствовали ягоды или плодоножки (исследование проводилось в сезон заготовки ягод и грибов – фактор вытаптывания), а также визуальной невысокой урожайностью ягод брусники в исследуемых фитоценозах (уровень освещенности $LC=4,21-4,79$ – разреженнолесной световой режим).

По результатам оценки достоверности различий онтогенетических спектров *Vaccinium vitis-idaea* в фитоценозах ($df=11$, $p<0,05$) выявили наибольшее достоверное различие в сосняке орляковом (ассоциация осинник бруснично-мшистый А6) $\chi^2=346,81$, наименьшее в сосняке мшистом (сосняк крушиново-черничный А7) $\chi^2=63,01$. Отмечены близкие значения $\chi^2=113,21$ в сосняке орляковом (сосняк дубняково-мшистый А5) и $\chi^2=115,39$ в сосняке мшистом (сосняк крушиново-черничный А8). А так же в сосняках орляковых: в сосняке бруснично-мшистом А3 $\chi^2=133,42$ и в сосняке дубняково-черничном А4 $\chi^2=147,23$.

По результатам корреляционного анализа достоверная положительная корреляционная связь выявлена между увлажнением почв (НД) и долями возрастных состояний: имматурных (im ; $r=0,89$, $p<0,05$), виргинильных (v ; $r=0,94$, $p<0,05$) и молодых генеративных побегов (g_1 ; $r=0,89$, $p<0,05$). А так же для фактора освещенности/затенения (LC) выявлена достоверная связь только с долей нецветущих средневозрастных генеративных побегов (g_{2v}) $r=0,82$.

На градиенте фактора трофность почв (TR) выявлена достоверная отрицательная корреляционная связь с долей виргинильных побегов $r= -0,84$ и средневозрастными генеративными побегами (g_2) $r= -0,91$. С факторами богатства почв азотом (NT), кислотностью почв (RC) и переменностью увлажнения (FH) выявлена достоверная связь со следующими возрастными состояниями: имматурными (r (NT) = $-0,92$; r (RC) = $-0,91$, r (FH) = $-0,94$), виргинильными (r (NT) = $-0,91$; r (RC) = $-0,92$, r (FH) = $-0,90$) и средневозрастными генеративными побегами (r (NT) = $-0,93$; r (RC) = $-0,94$, r (FH) = $-0,82$). Между долями возрастных состояний и фактором сквозистость не выявлено достоверной корреляционной связи.

Таким образом, в условиях Вороновского района Гродненской области в изученных сосняках произрастают полночленные нормальные ценопопуляции *Vaccinium vitis-idaea*. В сосняках мшистых и орляковых наибольшее участие в ценопопуляции имеют имматурные (5,97 % и 25,94 % соответственно) и нецветущие генеративные побеги: средневозрастные (7,61 и 14,5 %) и старые (6,03 % и 13,04 %). Выявлены достоверные различия онтогенетических спектров брусники. Существует достоверная корреляционная связь отдельных возрастных состояний (im , v , g_2 и g_{2v}) с почвенными факторами и освещенностью.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственная фармакопея Республики Беларусь. – Минск, 2007. – Том 2. – С. 324–326.
2. Созинов, О. В. Ресурсная характеристика ценопопуляций *Vaccinium vitis-idaea* (*Ericaceae*) в Гродненской области (Республика Беларусь) / О. В. Созинов // Растительные ресурсы. 2014. – Т. 50, Вып. 3. – С. 337–346.
3. Филипчик, П. П. Эколого-ценотическая характеристика сосняков мшистых и орляковых с участием *Vaccinium vitis-idaea* / П. П. Филипчик, О. В. Созинов // Актуальные проблемы экологии : сб. науч. ст. / М-во образования Респ. Беларусь, ГрГУ им. Янки Купалы, Гродн. обл. ком. природ. ресурсов и охраны окр. среды ; редкол.: Н. З. Башун (гл. ред.) [и др.]. – Гродно : ГрГУ, 2023. – С. 81–82.
4. Филипчик, П. П. Методы учета обилия и урожайности фитомассы *Vaccinium vitis-idaea*: сравнительная оценка / П. П. Филипчик, О. В. Созинов // Теоритические и прикладные аспекты организации, проведения и использования мониторинговых наблюдений: материалы междунар. науч. конф., посвящ. 95-летию со дня рожд. члена-корресп. НАН Беларуси Е. А. Сидоровича, 9–10 марта 2023 г., ЦБС НАН Беларуси. – Минск, 2023. – С. 114–117.
5. Бузук, Г. Н. Регрессионный анализ в фитоиндикации (на примере экологических шкал Д. Н. Цыганова) / Г. Н. Бузук, О. В. Созинов // Ботаника. – Минск : Право и экономика, 2009. – Вып. 37. – С. 356–362.
6. Онтогенетический атлас лекарственных растений. Учебное пособие. – Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т. – 2000. – Т. 2. – С. 39–46
7. Работнов, Т. А. Фитоценология : уч. пос. / Т. А. Работнов. – 3-е изд. – М. : МГУ, 1992. – С. 160–185.

К содержанию

БИОРАЗНООБРАЗИЕ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ФАУНЫ, ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЫ И УСТОЙЧИВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

УДК: [575.17+575.857]:599.735.31 (476.5)

А. А. ВОЛНИСТЫЙ

Минск, Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам

ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ В БЕЛОРУССКОЙ МЕТАПОПУЛЯЦИИ БЛАГОРОДНОГО ОЛЕНЯ И ЕЁ АДАПТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ

Введение. благородный олень (*Cervus elaphus* L.) – вид крупных млекопитающих семейства *Cervidae* отряда *Artiodactyla*, занимающий значимую нишу крупного травоядного в лесных экосистемах Европейской Палеоарктики, а также играющий ключевую роль в охотничьем хозяйстве большинства стран в регионе [1–3].

Вопрос сохранения видовых популяций ресурсных видов в генетическом аспекте сосредоточен вокруг задач оценки факторов риска генетического разнообразия в конкретных популяциях рассматриваемых видов и внедрения практик экологического менеджмента направленных на минимизацию данных факторов с целью сохранения этих популяций как динамических сущностей, способных выдержать потенциальные изменения в среде обитания [4–6]. В основе процессов утраты видового разнообразия зачастую лежит антропогенный фактор в виде промыслового уничтожения особей, сокращения среды обитания и фрагментации популяций [7]. В настоящем материале сообщаются характеристики генетического разнообразия в белорусской метапопуляции благородного оленя, полученные методом микросателлитного анализа.

Материалы и методы. Для осуществления микросателлитного анализа использовалась выборка из 160 особей благородного оленя, добытых на территории Беларуси.

Для популяционно-генетического анализа использовалась ранее описанная панель микросателлитных маркеров [8]. Амплификация осуществлялась в мультиплекс-реакциях объемом 30 мкл методом touchdown-ПЦР с последующим определением фрагментных размеров на генанализаторе Beckman Coulter GeXP, подробное описание методики приведено в литературе [9]. Для получения характеристик генетического разнообразия использовался пакет ПО *diveRsity* 1.9.90 для R [10]. Для определения величин эффективного размера популяции использовался анализ микросателлитных данных неравновесного сцепления по трём величинам минимальной частоты

аллелей (0,05; 0,02; 0,01) в ПО NeEstimator 2.1 [11] по модели случайного скрещивания.

Результаты и обсуждение. Характеристики генетического разнообразия в рамках тотальной белорусской метапопуляции благородного оленя представлены в таблице 1. Важно отметить что метапопуляция достоверно не находится в состоянии равновесия по Харди-Вайнбергу, и характеризуется повышенным уровнем инбридинга. Показатели оценочного эффективного размера популяции представлены в таблице 2.

Таблица 1 – Параметры генетического разнообразия в выделенных популяционных группах по данным микросателлитного анализа для генетических структурных групп, представленные по локусам:

A – число аллелей на локус; Ar – показатель аллельного богатства; Ho – наблюдаемая гетерозиготность; He – ожидаемая гетерозиготность; HWE – величина p для χ^2 -теста на соответствие групп равновесию по Харди-Вайнбергу; Fis – коэффициент инбридинга по Райту. Жирным выделены величины $p < 0,05$

	A	Ar	Ho	He	HWE	F _{is}
Haut14	23	19,72	0,77	0,89	0,203	0,147
T193	19	18,21	0,71	0,89	0	0,193
BM1818	20	16,86	0,7	0,85	0	0,234
MM12	10	8,24	0,56	0,68	0	0,118
T156	18	15,88	0,72	0,88	0	0,028
T268	14	13,62	0,7	0,9	0	0,148
BM4208	18	16,19	0,71	0,9	0	0,169
IOBT965	12	11,25	0,82	0,78	0	0,101
T26	31	27,9	0,74	0,94	0	0,127
Cer14	17	15,32	0,51	0,86	0	0,203
TGLA57	12	9,16	0,06	0,53	0	0,834
TGLA126	6	5,4	0,12	0,16	0	0,074
T530	26	25,16	0,72	0,94	0	0,146
ETH152	6	4,73	0,05	0,12	0	0,662
Сумм.	232	14,83	0,56	0,74	0	0,179

Анализ показателей генетического разнообразия даёт очень чёткую характеристику белорусской популяции с точки зрения генетического разнообразия: высокое аллельное богатство (14,83), средняя наблюдаемая гетерозиготность (0,56) повышенный показатель инбридинга (0,179) и высокая оценочная эффективная численность (103,2, 151,6, 148,5). Высокий показатель аллельного богатства указывает на формирование популяции из разнообразного племенного материала.

Таблица 2 – Характеристики эффективного размера популяции в белорусской популяции благородного оленя на основании анализа микросателлитных данных

Минимальная частота аллелей	0,05	0,02	0,01
Оценочная эффективная численность	103,2	151,6	148,5
95 % ДИ	85,5-127,4	129,9-180,3	131,5-169,4
95 % ДИ по методу СН	69,1-173,8	106,8-240,3	111,1-212,8

Повышенный показатель инбридинга в свою очередь является последствием малого числа особей-основателей, но относительно небольшое превышение нормы указывает на активные потоки генов в метапопуляции, предотвращающие генетическую изоляцию популяционных групп и поддерживающие высокий уровень гибридизации в пределах метапопуляции. Средняя наблюдаемая гетерозиготность и высокий оценочный показатель эффективной численности указывают на сбалансированное количество активно размножающихся особей в метапопуляции и положительный прогноз её дальнейшего роста. Адаптивный потенциал белорусской метапопуляции в целом таким образом выглядит как один из лучших в регионе (рисунок 1).

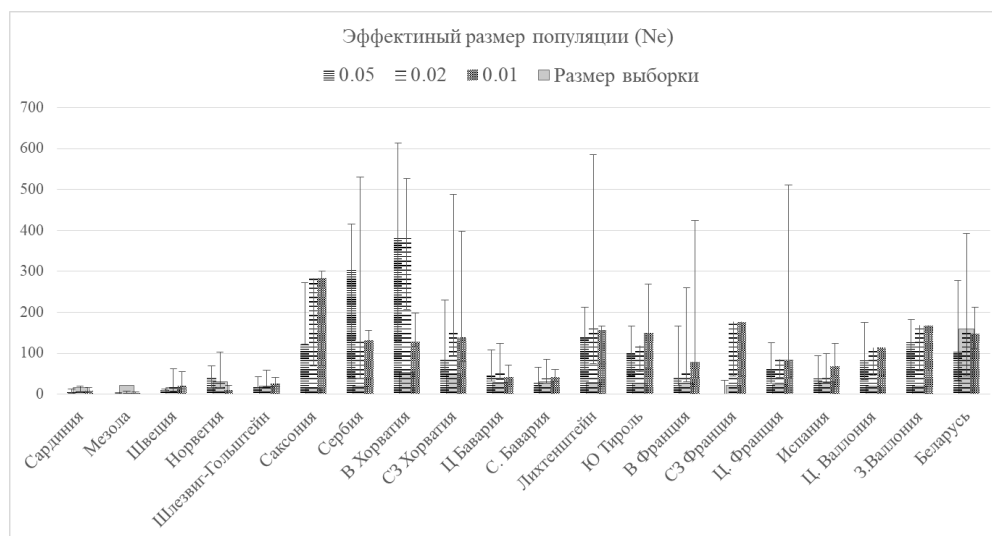


Рисунок 1 – Диаграмма показателей эффективного размера популяции (N_e) в европейских популяциях благородного оленя по Zachos et al [12]

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Red Deer *Cervus elaphus* Linnaeus, 1758 / S. Mattioli [et al.] // Terrestrial Cetartiodactyla : Handbook of the Mammals of Europe / eds. L. Corlatti, F.E. Zachos. – Cham : Springer International Publishing, 2022. – P. 51–86.
2. Романов, В. С. Благородный олень (*Cervus E. elaphus*) в Беларуси и основные принципы программы по его дальнейшей реакклиматизации : I / В. С. Романов, П. Г. Козло // Труды БГТУ. – 2002, № 10. – С. 30–42.

3. Шакун, В. В. Млекопитающие Беларуси / В. В. Шакун. – Minsk : НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам, 2022.
4. Conservation and the genetics of populations / F.W. Allendorf [et al.]. – Hoboken: John Wiley & Sons, 2013. – 602 с.
5. Integrative approaches to guide conservation decisions: Using genomics to define conservation units and functional corridors / S. Barbosa [et al.] // Mol Ecol. – 2018. – Vol. 27, № 17. – P. 3452–3465.
6. How does ecological disturbance influence genetic diversity? / S.C. Banks [et al.] // Trends in Ecology & Evolution. – 2013. – Vol. 28, № 11. – P. 670–679.
7. Effects of Humans on Behaviour of Wildlife Exceed Those of Natural Predators in a Landscape of Fear / S. Ciuti [et al.] // PLoS ONE. – 2012. – Vol. 7, № 11. – P. e50611.
8. Волнистый А. А. Разработка панели микросателлитных маркеров для мультиплексного генотипирования белорусских популяций благородного оленя (*Cervus elaphus*) / А. А. Волнистый // материалы I Респ. заоч. науч.-практ. конф. молодых ученых Структура и динамика биоразнообразия. – Минск: БГУ, 2019. – С. 260–263.
9. Reintroduction shapes the genetic structure of the red deer (*Cervus elaphus*) population in Belarus / А. А. Valnisty [et al.] // Theriol. Ukr. – 2022. – Т. 2022, № 23. – С. 31–46.
10. An R package for the estimation and exploration of population genetics parameters and their associated errors / К. Keenan [et al.] // Methods Ecol Evol. – 2013. – Vol. 4, № 8. – P. 782–788.
11. NeEstimator v2: re-implementation of software for the estimation of contemporary effective population size (N_e) from genetic data / С. Do [et al.] // Mol Ecol Resour. – 2014. – Vol. 14, № 1. – P. 209–214.
12. Genetic Structure and Effective Population Sizes in European Red Deer (*Cervus elaphus*) at a Continental Scale: Insights from Microsatellite DNA / F.E. Zachos [et al.] // JHERED. – 2016. – Vol. 107, № 4. – P. 318–326.

К содержанию

Ю. Н. ЛАСИЦА, А. В. РЫЖАЯ

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

**ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ БОЖЬИХ КОРОВОК
(COLEOPTERA, COCCINELLIDAE) В УРБОЦЕНОЗАХ
БЕЛАРУСИ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДОВ ГРОДНО И РЕЧИЦЫ)**

Изучение состояния сообществ кокциnellид в антропогенно трансформированных биоценозах городов незначительны и требуют пристального рассмотрения. Целью данной работы является установление видового состава и структуры сообществ божьих коровок в урбоценозах г. Гродно и г. Речицы. В ходе выполнения работы поставлены следующие задачи: 1. Установить видовой состав божьих коровок, обитающих в урбоценозах г. Гродно и г. Речицы. 2. Проанализировать показатели видового разнообразия сообществ кокциnellид г. Гродно и г. Речицы.

Сбор материала проводили на трёх участках в г. Речице (Гомельская область) и трёх участках в г. Гродно (Гродненская область), расположенных в зеленых зонах городов, с июля по сентябрь 2021–2022 гг. Г. Речица: пробная площадка 1 – разнотравный луг, пробная площадка 2 – суходольный луг, пробная площадка 3 – смешанный лес [1]. Г. Гродно: пробная площадка 4 – сквер Швейцарская долина, пробная площадка 5 – суходольный луг, пробная площадка 6 – полиагроценоз [2].

При сборе божьих коровок применяли ручной метод сбора на маршруте. Собранных насекомых помещали в морилку. В качестве морилок использовали небольшие пластиковые соусницы, в которых располагалась вата. После сбора насекомых такие морилки помещали в морозильную камеру для умерщвления. Затем собранных божьих коровок выкладывали из морилки на ватные пласты для дальнейшего хранения и определения.

За период проведения исследований на шести пробных площадках в урбоценозах г. Гродно и г. Речица собрали 9 видов кокциnellид, относящихся к 6 родам: *Adalia* (Mulsant, 1850), *Harmonia* (Mulsant, 1850), *Hippodamia* (Dejean, 1837), *Coccinella* (Linnaeus, 1758), *Coccinula* (Dobzhansky, 1925), *Psyllobora* (Dejean, 1837), 2 трибам: Coccinellini и Psylloborini подсемейства Coccinellinae. Объем выборки составил 545 экземпляров.

Для оценки структуры доминирования и видового богатства сообществ кокциnellид на пробных площадях рассчитали индекс Бергера-Паркера и индекс Маргалёфа соответственно (таблица 1).

Таблица 1 – Видовое разнообразие кокцинеллид в урбоценозах г. Гродно и г. Речицы

Вид	ПП 1	ПП 2	ПП 3	ПП 4	ПП 5	ПП 6
<i>Adalia bipunctata</i> (Linneus, 1758)	11	2	7	0	2	0
<i>Adalia decempunctata</i> (Linneus, 1758)	4	0	13	3	1	0
<i>Harmonia axyridis</i> (Pallas, 1771)	43	18	86	40	79	35
<i>Harmonia quadripunctata</i> (Pontoppidan, 1763)	2	0	0	0	0	0
<i>Hippodamia variegata</i> (Muslant, 1846)	0	15	0	0	0	0
<i>Coccinella magnifica</i> (Redtenbacher, 1843)	0	0	0	0	3	2
<i>Coccinella septempunctata</i> (Linneus, 1758)	1	7	6	3	12	9
<i>Coccinula quatuordecimpustulata</i> (Linneus, 1758)	4	10	4	2	0	0
<i>Psyllobora vigintiduopunctata</i> (Linneus, 1758)	0	28	1	1	0	0
Число видов (<i>S</i>)	6	6	6	5	5	3
Число особей (<i>N</i>)	65	80	117	49	97	46
Самый многочисленный вид (<i>Nmax</i>)	43	28	86	40	79	35
Индекс Бергера-Паркера (<i>d</i>)	0,66	0,35	0,74	0,82	0,81	0,76
<i>1/d</i>	1,51	2,86	1,36	1,23	1,23	1,31
Индекс Маргалефа (<i>DMr</i>)	2,76	2,63	2,42	2,37	2,01	1,20

Примечание: ПП 1 – разнотравный луг, ПП 2 – суходольный луг, ПП 3 – смешанный лес, ПП 4 – сквер Швейцарская долина, ПП 5 – суходольный луг, ПП 6 – полиагроценоз

Результаты, приведенные в таблице 1, показывают, что наиболее высокая степень доминирования видов среди собранных божьих коровок отмечена на пробной площадке 4 (сквер Швейцарская долина), а самая низкая – на пробной площадке 2 (суходольный луг), следовательно, там наименьшая выровненность обилия кокцинеллид. Такие результаты получились из-за того, что наибольшая разница между общим количеством видов на пробной площадке и количеством преобладающего по численности вида выявлена на ПП 2 (суходольный луг) и ПП 5 (суходольный луг): основную массу собранного материала на этих площадках составляют кокцинеллиды одного вида. В 2022 г. на ПП 2 отмечена самая низкая степень доминирования видов, хотя в 2021 г., напротив, степень доминирования видов на ней была самой высокой.

Данные, полученные на пробных площадках в г. Гродно, имеют близкие значения, что можно объяснить общим географическим расположением площадок. Небольшое отличие в значениях пробной площадки б (полиагроценоз) наблюдается под влиянием отличающегося растительного состава данной площадки, а также более сильным антропогенным влиянием. Так же можно отметить достаточно близкие значения пробных площадок 1 (разнотравный луг) и 3 (смешанный лес), что может говорить об их схожести в видовом составе из-за близкого расположения. Оценка степени доминирования собранных видов божьих коровок показала в обследованных городах, что её показатели выше в г. Речице.

Значения индекса Маргалёфа показали, что среди исследованных пробных площадок наибольшее видовое богатство наблюдается на пробной площадке 1 (разнотравный луг), наименьшую же степень видового богатства имеет пробная площадка б (полиагроценоз), что обуславливается повышенным антропогенным влиянием на данную площадку, а также не типичным для преобладающих видов божьих коровок растительным составом.

Кроме того, можно заметить, что пробные площадки г. Речицы имеют относительно близкие значения видового богатства. На пробных площадках в городе Гродно данный показатель имеет меньшие значения, имеющие заметную разницу и между собой, особенно это заметно в случае с ПП б (полиагроценоз).

По результатам выполненной работы можно сделать следующие выводы:

1. Видовой состав божьих коровок в урбоценозах городов Гродно и Речица представлен 9 видами кокцинеллид, относящихся к 6 родам, 2 трибам и 1 подсемейству, объем выборки составил 454 экземпляра.

2. Высокая степень доминирования видов среди собранных божьих коровок отмечена на пробной площадке 4 (сквер Швейцарская долина), а самая низкая – на пробной площадке 2 (суходольный луг). Наибольшее видовое богатство кокцинеллид наблюдается на пробной площадке 1 (разнотравный луг), наименьшее – на пробной площадке б (полиагроценоз).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Калинин, М. Ю. Природные ресурсы Речицкого района: современное состояние / М. Ю. Калинин. – Минск. – 2007. – С. 30–87.

2. Марціновіч, А. Горадна, Горадзен, Гродна / А. Марціновіч. – Мінск : Маст. літ., 2008. – 112 с.

К содержанию

К. Б. ЛЕВИНА

Минск, ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам»

**МОРФОМЕТРИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
ОБЫКНОВЕННОЙ ЩИПОВКИ (*COBITIS TAENIA*) ВОДНЫХ
ОБЪЕКТОВ БАССЕЙНА ЗАПАДНОЙ ДВИНЫ**

Щиповки представляют собой богатую видами группу мелких вьюновых рыб (Cobitidae, Cypriniformes), обитающих в пресноводных водоемах и водотоках Европы, Северной Африки и Азии. Щиповки являются объектами многочисленных генетических и таксономических исследований в связи со способностью образовывать различные межвидовые гибридные ди-, три- и тетраплоидные формы, большинство которых представлены триплоидными клонально-гиногенетически размножающимися самками, что до сих пор приводит к описанию новых таксонов [1,2]. На территории Беларуси отмечено два вида щиповок семейства Cobitidae – обыкновенная щиповка *Cobitis taenia* и балтийская щиповка *Sabanejewia baltica*. При этом, на сопредельных с Беларусью территориях обитают такие виды как сибирская щиповка *C. melanoleuca*, *C. taurica*, *S. bulgarica* (Украина), дунайская *C. elongatoides* (Украина, Польша), *S. aurata* (Польша) азовская *C. tanaitica*, *C. choii*, *C. lutheri* (Россия), что позволяет предположить возможность их проникновения на территорию Беларуси по трансграничным водотокам бассейнов Днепра (включая суббассейн Припяти) и Западного Буга. По данным латвийских ученых, в бассейне Западной Двины род *Cobitis* также представлен двумя видами: щиповка обыкновенная и щиповка балтийская [3].

Целью данного исследования было сравнить морфометрические показатели щиповок из бассейна р. Западная Двина (наши данные) и бассейна р. Москва [5].

В конце мая 2023 г. в р. Друйка (Витебская область, Браславский район) были отловлены особи щиповок, определена принадлежность к виду *Cobitis taenia*. Для морфометрического анализа использовали преимущественно более крупных половозрелых особей, самцы и самки исследовались отдельно. У особей исследована внешняя морфология по стандартной методике, представленной на рисунке 1 [4].

Морфометрические признаки исследованных особей, а также имеющиеся литературные данные представлены в таблице 1.

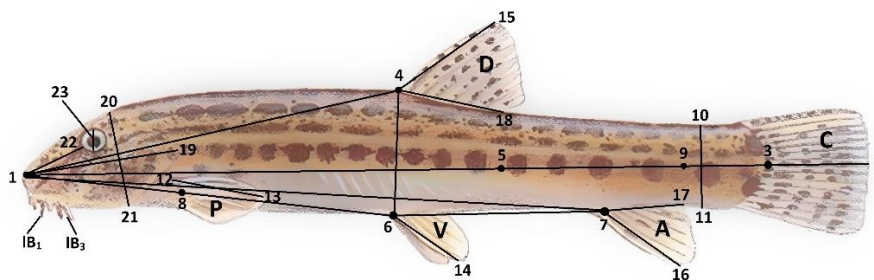


Рисунок 1 – Схема измерения щиповок

На схеме изображены следующие пластические промеры: 1-2 – длина всей рыбы (TL); 1-3 – от переднего края рыла до основания средних лучей хвостового плавника (SL); 1-4 – антедорсальное расстояние (aD); 5-3 – постдорсальное расстояние (pD); 1-6 – антевентральное расстояние (aV); 1-7 – антеанальное расстояние (aA); 9-3 – длина хвостового стебля (pl); 4-6 – максимальная высота тела (H); 10-11 – наименьшая высота тела (высота хвостового стебля) (h); 8-6 – расстояние между основаниями плавников P и V; 12-13 – длина грудного плавника (IP); 6-14 – длина брюшного плавника (IV); 4-15 – длина спинного плавника (ID); 7-16 – длина анального плавника (IA); 1-19 – длина головы (с); 1-22 – длина рыла (ao); 23 – диаметр глаза (o); 20-21 – максимальная длина головы (hc); IB₁ – длина рostrального усика; IB₃ – длина нижнечелюстного усика. Промеры, не указанные на схеме, измерялись со спинной стороны: Cr – ширина тела перед спинным плавником; Crm – ширина тела на уровне спинного плавника; cr – наименьшая ширина тела; io – межглазничное расстояние.

Таблица 1– Сравнительные данные морфологических признаков *C. taenia*

№	Признаки	<i>C. taenia</i> самки наши данные	<i>C. taenia</i> самки [5]	<i>C. taenia</i> самцы наши данные	<i>C. taenia</i> самцы [5]
		<u>lim</u> M±m	<u>lim</u> M±m	<u>lim</u> M±m	<u>lim</u> M±m
1	TL	<u>56,4–89</u> 74,92	<u>50,5–109,0</u> 82,0	<u>52,4–71,3</u> 59,69	<u>58,0–74,2</u> 67,7
2	SL	<u>49,9–78,9</u> 64,85	<u>43,2–95,0</u> 71,2	<u>45,7–62,4</u> 51,95	<u>50,0–64,5</u> 58,1
<i>В процентах длины тела</i>					
3	aD	<u>49–77,5</u> 60,85±3	<u>48,6–54,2</u> 51,2±0,28	<u>62–63,7</u> 74,82±1,22	<u>48,8–53,8</u> 51,4±0,34
4	pD	<u>36,9–58,3</u> 45,8±2,26	<u>38,6–44,0</u> 41,5±0,29	<u>46,6–63,7</u> 56,31±0,92	<u>39,5–42,6</u> 41,2±0,24
5	aV	<u>51,4–81,2</u> 63,83±3,14	<u>47,8–54,6</u> 51,7±0,36	<u>65–88,7</u> 78,47±1,28	<u>50,0–55,2</u> 52,7±0,40

Продолжение таблицы 1

№	Признаки	<i>C. taenia</i> самки наши особи	<i>C. taenia</i> самки [5]	<i>C. taenia</i> самцы наши особи	<i>C. taenia</i> самцы [5]
		<u>lim</u> M±m	<u>lim</u> M±m	<u>lim</u> M±m	<u>lim</u> M±m
6	aA	<u>74,9–118,5</u> 93,1±4,58	<u>74,8–82,2</u> 77,8±0,39	<u>94,8–129,4</u> 114,46±1,86	<u>73,3–78,9</u> 76,8±0,49
7	pl	<u>15,1–23,8</u> 18,72±0,92	<u>15,1–18,6</u> 16,7±0,19	<u>19,1–26</u> 23,02±0,38	<u>13,7–13,9</u> 16,7±0,43
8	H	<u>12,1–19,1</u> 14,97±0,74	<u>10,2–17,9</u> 14,5±0,33	<u>15,2–20,8</u> 18,41±0,3	<u>12,6–15,9</u> 14,5±0,26
9	h	<u>8–12,6</u> 9,87±0,49	<u>6,5–8,9</u> 8,0±0,11	<u>10,1–13,7</u> 12,14±0,2	<u>8,1–10,4</u> 8,9±0,18
10	Cr	<u>9,7–15,3</u> 12,03±0,59	<u>6,5–10,9</u> 8,0±0,21	<u>12,2–16,7</u> 14,79±0,24	<u>7,7–9,6</u> 8,5±0,15
11	Crm	<u>9–14,2</u> 11,18±0,55	<u>6,5–11,0</u> 7,8±0,20	<u>11,4–15,5</u> 13,74±0,22	<u>7,0–9,3</u> 8,1±0,17
12	cr	<u>1,6–2,4</u> 1,92±0,09	<u>1,2–3,2</u> 2,1±0,09	<u>2–2,7</u> 2,36±0,04	<u>1,6–3,3</u> 2,4±0,14
13	P-V	<u>32,7–51,8</u> 40,67±2	<u>27,2–36,6</u> 32,1±0,44	<u>41,4–56,5</u> 50±0,81	<u>26,8–33,3</u> 31,2±0,53
14	IP	<u>11,5–18,2</u> 14,28±0,7	<u>10,2–18,3</u> 13,2±0,31	<u>14,5–19,8</u> 17,56±0,29	<u>14,8–19,6</u> 17,6±0,40
15	IV	<u>10,6–16,7</u> 13,12±0,65	<u>11,0–13,9</u> 12,2±0,16	<u>13,4–18,2</u> 16,12±0,26	<u>11,4–14,7</u> 13,4±0,26
16	ID	<u>14,1–22,4</u> 17,57±0,87	<u>7,4–10,7</u> 9,0±0,17	<u>17,9–24,4</u> 21,6±0,35	<u>7,4–11,1</u> 9,5±0,24
17	IA	<u>9,4–14,9</u> 11,7±0,58	<u>5,8–8,6</u> 7,3±0,13	<u>11,9–16,3</u> 114,46±1,86	<u>6,9–8,7</u> 7,6±0,15
18	c	<u>17,4–27,6</u> 21,65±1,07	<u>17,3–20,6</u> 18,5±0,16	<u>22–30,1</u> 26,62±0,43	<u>19,1–21,8</u> 19,9±0,37
<i>В процентах длины головы</i>					
19	IB ₁	<u>3,2–5</u> 4,1±0,19	<u>5,9–12,7</u> 8,6±0,42	<u>2,9–4</u> 3,29±0,06	<u>7,1–13,6</u> 9,9±0,58
20	IB ₃	<u>7–11,1</u> 9,15±0,43	<u>6,8–18,1</u> 12,3±0,53	<u>6,4–8,8</u> 7,33±0,12	<u>10,1–15,8</u> 13,4±0,51
21	ao	<u>13,8–21,9</u> 17,97±0,84	<u>40,5–49,4</u> 45,4±0,46	<u>22–30,1</u> 26,6±0,43	<u>40,8–45,5</u> 43,4±0,36
22	o	<u>9,2–14,6</u> 11,98±0,56	<u>14,0–22,0</u> 17,0±0,37	<u>8,4–11,5</u> 11,98±0,56	<u>14,8–20,0</u> 17,4±0,35
23	hc	<u>29,4–46,4</u> 38,15±1,79	<u>49,2–62,3</u> 54,6±0,69	<u>26,9–36,7</u> 38,15±1,79	<u>45,8–54,5</u> 50,5±0,69
24	io	<u>9,9–15,7</u> 12,9±0,6	<u>8,2–17,8</u> 12,8±0,41	<u>12,7–17,3</u> 14,4±0,24	<u>11,8–17,9</u> 15,0±0,54

По всем признакам выделены статистически значимые отличия между нашими особями и данными литературы при $p \leq 0,05$. По ряду проанализированных пластических признаков особи, отловленные нами, демонстрировали более высокие показатели, по другим – показатели были гораздо ниже.

Самки из бассейна р. Зап. Двина в среднем были крупнее самок из р. Москва по следующим признакам: по длине тела (TL, SL), ширине тела (Ст, Стm), по антевентральному, антеанальному расстоянию (aA, aV) и расстоянию между P и V, длине анального плавника (lA) и длине головы (с). Длина спинного плавника превышала почти в 2 раза (lD), а признак ao (длина рыла) оказался в 2 раза меньше. По признакам lB₁, lB₃ и диаметру глаза самки из бас. р. Зап. Двина оказались мельче.

В основном, показатели у самцов из бассейна р. Зап. Двина были больше, чем у самцов из р. Москва, особенно значения P-V, lD и lA, превышающие литературные данные в 2 раза. С другой стороны, признаки TL, SL и диаметр глаза, и особенно значения lB₁, lB₃, ao и hc у самцов из бассейна р. Зап. Двина были меньше, чем у самцов из р. Москва.

Работа выполнена в рамках проекта БРФФИ №Б23М-069.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильева, Е. Д. Динамика разнообразия щиповок рода *Cobitis* Закавказья в антропогенный период по данным музейных коллекций. I. Морфологическая изменчивость и диагностические признаки *C. saniae* (Cobitidae) / Е. Д. Васильева, В. П. Васильев // Вопросы ихтиологии. – 2020. – т. 60, № 6. – С. 665–681.

2. Шандиков, Г.О. К вопросу о видовом составе и некоторых особенностях биологии щиповок рода *Cobitis* (Teleostei: Cypriniformes: Cobitidae) в верхнем и среднем течении Северского Донца Украины / Г.О. Шандиков, Д.В. Кривохижа // Вісник Харківського національного університету імені В.Н.Каразіна. Серія: біологія. – 2008. – Вид. 8, № 828. – С. 91–118.

3. Birzaks, J. Occurrence and Distribution Of Fish In Rivers Of Latvia / J. Birzaks, E. Aleksejevs, M. Strûgis // Proceedings Of The Latvian Academy Of Sciences, Section B. – 2011. – Vol. 65, No. 3/4 (674/675). – P. 57–66.

4. Правдин, И. Ф. Руководство по изучению рыб / И. Ф. Правдин. – М. : изд-во Пищевая промышленность, 1966. – 372 с.

5. Васильева, Е. Д. К проблеме сетчатого видообразования у позвоночных: диплоидно-триплоидно-тетраплоидный космплекс в роде *Cobitis* (Cobitidae). I. Диплоидные виды / Е. Д. Васильева, А. Г. Осинов, В. П. Васильев // Вопросы ихтиологии. – 1989. – Т. 29, №5. – С. 705–717.

К содержанию

В. Г. ЛИМАНОВСКАЯ

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

ОБЗОР МЕСТ ОБИТАНИЯ ПАУКОВ (ARANEAE) В РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВАХ НА ПРИМЕРЕ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «БРАСЛАВСКИЕ ОЗЕРА»

Введение. Пауки (Araneae) являются важным звеном в трофических цепях наземных и водных экосистем, поэтому необходимо уделять больше времени их изучению. Различными авторами рассматривались вопросы фауны и экологии пауков в отдельных регионах страны, однако до настоящего времени пауки являются недостаточно хорошо изученной группой членистоногих. Исходя из вышеперечисленного, важное значение имеет изучение экологии пауков, в особенности анализ мест обитания пауков.

Материалы и методы исследования. Для выполнения исследования выбрали четыре растительных сообщества (РС), различных по географическому положению и растительному покрову. РС1 – прибрежная территория вдоль озера Новяты (г. Браслав), РС2 – смешанный лес в лесопарке «Лесничевка» (г. Браслав), РС3 – разнотравный луг в окружении деревьев (д. Новая Лука), РС4 – хвойный лес в лесопарке «Лесничевка» (г. Браслав). В качестве методов сбора использовали ручной сбор, кошение энтомологическим сачком и ловушки Барбера. Собранный материал фиксировали в этаноле и этикетировали. Для идентификации использовали определители [1, 2] и справочные материалы, расположенные на интернет-ресурсах [3].

Результаты и их обсуждение. Объем выборки по результатам исследования составил 437 экземпляров пауков, из которых насчитывается 31 вид (таблица 1).

Идентифицированные виды принадлежат к 12 семействам: Anyphaenidae, Araneidae, Clubionidae, Linyphiidae, Lycosidae, Oxyopidae, Philodromidae, Salticidae, Tetragnathidae, Theridiidae, Thomisidae.

На основе полученных данных установили экологические комплексы пауков по отношению к местам обитания (рисунок 1).

Отмечены следующие экологические комплексы пауков, приуроченные к местам обитания: околородная фауна, фауна древесных пород и кустарников, фауна открытых пространств и фауна травянистой растительности. По итогам обзора выяснили, что большинство пауков (55 %) относится к фауне травянистой растительности.

Таблица 1 – Перечень видов пауков на территории национального парка «Браславские озера»

Семейство	Вид
Аныфаениды	<i>Anyphaena accentuata</i> (Walckenaer, 1802)
Аранеиды	<i>Araneus sturmi</i> (Hahn, 1831) <i>Araniella cucurbitina</i> (Clerck, 1758) <i>Larinioides cornutus</i> (Clerck, 1758) <i>Larinioides patagiatus</i> (Clerck, 1758) <i>Neoscona adianta</i> (Walckenaer, 1802) <i>Singa nitidula</i> (C. L. Koch, 1844)
Клубиониды	<i>Clubiona brevipes</i> (Blackwall, 1841) <i>Clubiona comta</i> (C. L. Koch, 1839) <i>Clubiona terrestris</i> (Westring, 1851)
Линифиды	<i>Linyphia triangularis</i> (Clerck, 1758)
Лыкоиды	<i>Pardosa amentata</i> (Clerck, 1758)
Охыопиды	<i>Oxyopes heterophthalmus</i> (Latreille, 1804)
Филодромиды	<i>Tibellus oblongus</i> (Walckenaer, 1802)
Писавриды	<i>Dolomedes fimbriatus</i> (Clerck, 1758) <i>Pisaura mirabilis</i> (Clerck, 1758)
Сальциды	<i>Evarcha arcuata</i> (Clerck, 1758) <i>Marpissa radiata</i> (Grube, 1859)
Тетрагнафиды	<i>Metellina segmentata</i> (Clerck, 1758) <i>Pachygnatha degeeri</i> (Sundevall, 1830) <i>Tetragnatha dearmata</i> (Thorell, 1873) <i>Tetragnatha extensa</i> (Linnaeus, 1758)
Теридииды	<i>Asagena phalerata</i> (Panzer, 1801) <i>Enoplognatha latimana</i> (Hippa et Oksala, 1982) <i>Enoplognatha ovata</i> (Clerck, 1757) <i>Phylloneta impressa</i> (L. Koch, 1881)
Томисиды	<i>Diaea dorsata</i> (Fabricius, 1777) <i>Ebrechtella tricuspидata</i> (Fabricius, 1777) <i>Misumena vatia</i> (Clerck, 1758) <i>Xysticus cristatus</i> (Clerck, 1758) <i>Xysticus ulmi</i> (Hahn, 1831)
Итого	31

Сообщество представлено такими видами, как: *Clubiona terrestris*, *Ebrechtella tricuspидata*, *Enoplognatha latimana*, *Enoplognatha ovata*, *Evarcha arcuata*, *Larinioides cornutus*, *Linyphia triangularis*, *Marpissa radiata*, *Misumena vatia*, *Oxyopes heterophthalmus*, *Phylloneta impressa*, *Pisaura mirabilis*, *Tetragnatha dearmata*, *Tetragnatha extensa*, *Tibellus oblongus*, *Xysticus cristatus*, *Xysticus ulmi*. Такой большой процент можно объяснить тем, что во всех исследованных биотопах отмечен развитый травянистый покров, в котором обитают пауки. Ко второму экологическому комплексу относятся виды пауков, избравших в качестве мест обитания кустарники и деревья

(26 %): *Anyphaena accentuata*, *Araneus sturmi*, *Araniella cucurbitina*, *Clubiona brevipes*, *Clubiona compta*, *Diaea dorsata*, *Larinioides patagiatus*, *Metellina segmentata*.

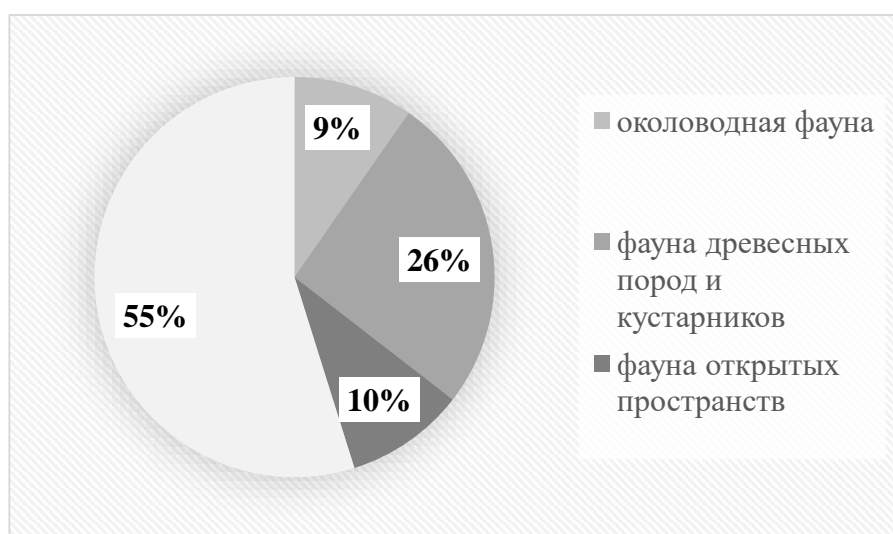


Рисунок 1 – Соотношение пауков по приуроченности к местам обитания на территории национального парка «Браславские озера»

В РС1, РС2, РС3 и РС4 наблюдается многообразие древесных и кустарниковых растений, которые служат домом и территорией для охоты у пауков. На открытых пространствах (10 %) предпочитают находиться следующие виды: *Asagena phalerata*, *Neoscona adianta* и *Pachygnatha degeeri*. Четвертым выявленным экологическим комплексом является околоводная фауна (9 %), к которой относятся такие пауки, как: *Dolomedes fimbriatus*, *Pardosa amentata* и *Singa nitidula*. Упомянутые три вида пауков предпочитают обитать в увлажненных и болотистых местах, поскольку они охотятся на своих жертв рядом с водой и прибрежными растениями.

Выводы. Исходя из полученных данных за период полевого исследования 2023 г. собрано 437 экземпляров пауков, из которых идентифицирован 31 вид из 12 семейств. Выявили четыре экологических комплекса пауков по отношению к местам обитания: околоводная фауна, фауна древесных пород и кустарников, фауна открытых пространств и фауна растительности. Наибольшее количество видов пауков приурочено к травянистой растительности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов, А. В. Пауки, их строение, образ жизни и значение для человека / А. В. Иванов. – Ленинград: тип. ЛОЛГУ, 1965. – 302 с.
2. Тыщенко, В. П. Определитель пауков европейской части СССР / В. П. Тыщенко. – Ленинград: Изд-во «Наука», 1971. – 281 с.
3. Пауки (Aranei) Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://aranei-g2n.jimdofree.com/>. – Дата доступа: 19.10.2023

К содержанию

Е. В. МАРЧУК

Гродно, ГрГУ имени Я. Купалы

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

**ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ
ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ
ПРОСВЕЩЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ В ОРГАНИЗОВАННЫХ
МЕСТАХ ОТДЫХА ЛЕСОПАРКА ПЫШКИ Г. ГРОДНО**

Актуальность. Современный город – это экосистема, в которой созданы наиболее благоприятные условия для жизни, где человек находится в активном взаимодействии с природной средой [1].

Взаимодействие с природными объектами не только обогащает духовный мир человека, но и стимулирует его к анализу своих личных особенностей, эмоциональных реакций, поведения.

Основной целью экологического образования является формирование социально активной личности, осознающей последствия своих действий и обладающей чувством ответственности за свое экологическое поведение. Для вовлечения молодежи в решение экологических проблем региона недостаточно только информации об экологическом состоянии окружающей среды. Необходимо непосредственное участие учащихся в исследовании качества окружающей среды, при этом школьники получают знания об экологической ситуации в регионе, а также знакомятся с интересными, познавательными фактами о родном крае [2].

Цель работы – выявить видовой состав позвоночных животных организованных мест отдыха лесопарка Пышки г. Гродно для реализации экологического образования, экотуризма и рекреации населения.

Материалы и методы. Исследования проводили летом 2023 г. на территории лесопарка Пышки г. Гродно. Для определения объектов герпето- и орнитофауны использовали акустический и визуальный методы. Так же производили фотосъёмку представителей местной фауны.

В качестве мест исследования выбрали 5 стационарных точек, представленные местами организованного отдыха. Они расположены в городе Гродно на территории лесопарка Пышки вдоль «Тропы здоровья» – популярного места отдыха городского населения в течение года. Сам лесопарк находится по обе стороны от реки Неман и представляет собой смешанный лес и выходит за черту города Гродно. Организованные места отдыха лесопарка оснащены беседками, лавочками, детскими площадками, турниками, кормушками для птиц, стоянками для велосипедов, туалетами.

Результаты и обсуждение. За время исследования на пяти стационарных точках выявлено 21 вид позвоночных животных, относящихся к 4 классам: класс Земноводные (*Amphibia*), класс Пресмыкающиеся (*Reptilia*), класс Птицы (*Aves*) и класс Млекопитающие (*Mammalia*). Список позвоночных животных приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Видовой состав позвоночных животных исследованных мест отдыха на территории лесопарка Пышки г. Гродно

Вид (рус. название)	Вид (лат. название)	Отряд	Класс
Лягушка остромордная	<i>Rana arvalis</i>	Anura	Amphibia
Лягушка озерная	<i>Pelophylax ridibundus</i>		
Сизая чайка	<i>Larus canus</i>	Charadriiformes	Aves
Кряква обыкновенная	<i>Anas platyrhynchos</i>	Anseriformes	
Лебедь-шипун	<i>Cygnus olor</i>	Columbiformes	
Вяхирь	<i>Columba palumbus</i>		
Зяблик	<i>Fringilla coelebs</i>		
Воробей полевой	<i>Passer montanus</i>	Passeriformes	
Ворона серая	<i>Corvus cornix</i>		
Дрозд певчий	<i>Turdus philomelos</i>		
Дятел пестрый большой	<i>Dendrocopos major</i>		
Обыкновенный соловей	<i>Luscinia luscinia</i>		
Пеночка-теньковка	<i>Phylloscopus collybita</i>		
Поползень	<i>Sitta europaea</i>		
Синица большая	<i>Parus major</i>		
Скворец обыкновенный	<i>Sturnus vulgaris</i>		
Сойка	<i>Garrulus glandarius</i>		
Кукушка обыкновенная	<i>Cuculus canorus</i>	Cuculiformes	
Крот европейский	<i>Talpa europaea</i>	Insectivora	
Уж обыкновенный	<i>Natrix natrix</i>	Squamata	Reptilia
Ящерица живородящая	<i>Zootoca vivipara</i>		
21	21	8	4

Среди четырех представленных классов самым разнообразным является класс Птицы (*Aves*) – 80 %. Самыми распространенными видами являются: пеночка-теньковка (*Phylloscopus collybita*), зяблик (*Fringilla coelebs*), синица большая (*Parus major*).

Сравнительный анализ исследованных пяти стационарных точек показал, что наибольшее количество видов позвоночных животных выявлено на территории организованных мест отдыха Б 2 – 9 видов и Б 5 – 7 видов. Количество видов на остальных точках меньше, что связано с близким расположением мест исследования к городу и частым присутствием людей.

Видовой состав позвоночных животных всех точек исследования имеет малое соответствие, что связано с относительно большим расстоянием между самими точками исследования (рисунок).

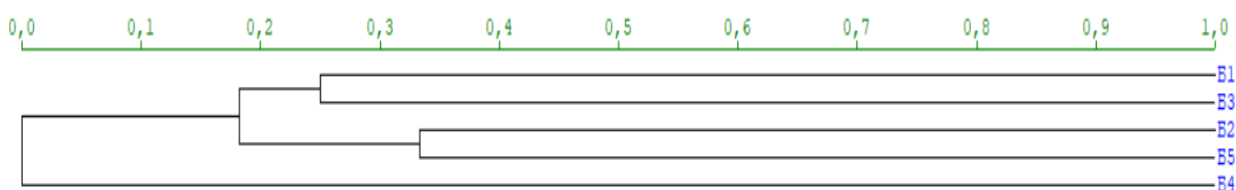


Рисунок – Дендрограмма сходства видового состава позвоночных животных организованных мест отдыха на территории лесопарка Пышки г. Гродно

Выводы. Выявлено видовое разнообразие позвоночных животных пяти организованных мест отдыха в 2023 году на территории лесопарка Пышки г. Гродно. Всего отмечен 21 вид позвоночных животных, среди которых 80 % приходится на класс Птицы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карабаева, А. З. Значимость городских ландшафтно-рекреационных территориальных образований на территории города Астрахани / А.З. Карабаева, Д.Ф. Туляков, А.М. Кузичкина // Современные проблемы географии. Межвузовский сборник научных трудов. Выпуск 5 / Астраханский государственный университет; составители: В.В. Занозин, М.М. Иолин, А.Н. Бармин, А.З. Карабаева, М.В. Валов. – Астрахань, 2021. – С. 145–148.

2. Садыкова, Э. Ф. Особенности организации образовательного экологического геокешинга для учащихся общеобразовательных школ / Э.Ф. Садыкова, Т.А. Андреевна // Тюменский государственный университет / Педагогика и просвещение. – 2020. – № 3. – С. 54–62.

К содержанию

А. Н. МЯЛИК

Минск, Центральный ботанический сад НАН Беларуси

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ О РАСПРОСТРАНЕНИИ, ЭКОЛОГИИ И БИОЛОГИИ *Xylocopa valga* В БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

Поиск новых мест обитания редких и охраняемых видов животных имеет важнейшее значение в оценке их современного состояния, что необходимо для обеспечения эффективной охраны. Соответственно, даже единичные сведения о новых фаунистических находках, особенностях экологии и биологии слабо изученных видов должны быть доступны широкому кругу специалистов.

Одним из редких видов насекомых в энтомофауне Беларуси является *Xylocopa valga* (Gerstäcker, 1872) – пчела плотник обыкновенная из семейства *Apidae* (настоящие пчелы) отряда *Hymenoptera* (перепончатокрылые). Данный вид является самой крупной пчелой в фауне Беларуси, поскольку длина его тела составляет 20–28 мм. Яркой отличительной особенностью вида является его окраска. Голова, грудь, брюшко и ноги имеют черный блестящий цвет и покрыты редкими черными волосками. Крылья также темные, с ярким сине-фиолетовым блеском. Голени задних ног в густых волосках.

Xylocopa valga – палеоарктический вид, ареал которого охватывает Западную и Центральную Европу (за исключением ее северных районов), Закавказье, Ближний Восток, Среднюю Азию и Монголию. Обитает *Xylocopa valga* на опушках лиственных лесов, нередко в населенных пунктах, где устраивает гнезда в стенах старых деревянных строений, столбах, стволах сухих деревьев плодовых садов. Именно в мертвой сухой древесине самки строят свои гнезда после выхода с зимовки в апреле месяце. Обычно самка выгрызает в древесине ход длиной до 30 см, на дне которого заготавливает кучку пыльцы с нектаром и откладывает первое яйцо. Затем самка устраивает перегородку из древесины, снова заготавливает корм и откладывает следующее яйцо постепенно заполняя весь ход. Личинки развиваются на протяжении трех недель, после чего окукливаются. В августе молодые самки и самцы выходят наружу и спариваются. Осенью самцы погибают, а молодые оплодотворенные самки уходят на зимовку.

Поскольку жизненный цикл данного вида насекомых тесно связан с мертвой сухой древесиной, основным фактором угрозы является вырубка усыхающих деревьев, а также уменьшение количества старых деревянных

построек. Еще в первой половине XX в. вид регистрировался по всей территории Беларуси. В последнее время отмечается только на юге страны (Брестская и Гомельская область), что, вероятно, свидетельствует о сокращении его численности. В соответствии с этим в последнем издании Красной книги Республики Беларусь *Xylocopa valga* имеет II категорию охраны как исчезающий вид [1].

Анализируя данные Красной книги Республики Беларусь о крайне редком распространении данного теплолюбивого вида в стране в настоящее время, видны явные несоответствия, касающиеся общей тенденции потепления климата, а также депопуляции сельского населения, что влечет за собой увеличение количества бесхозных старых деревянных построек и заброшенных садов. Соответственно сведения о редкой встречаемости *Xylocopa valga* в Беларуси основаны на недостаточном количестве актуальных данных, доступных специалистам. Подтверждением вышесказанного является начало активного использования международной базы данных *inaturalist.org* пользователями из Беларуси (специалистами и натуралистами-любителями). В настоящее время в ней задокументирован ряд современных находок *Xylocopa valga* на территории Гомельской (Гомельский, Лоевский, Жлобинский, Рогачевский, Лельчицкий, Брагинский районы) и Брестской (Каменецкий район) областей (рисунок).

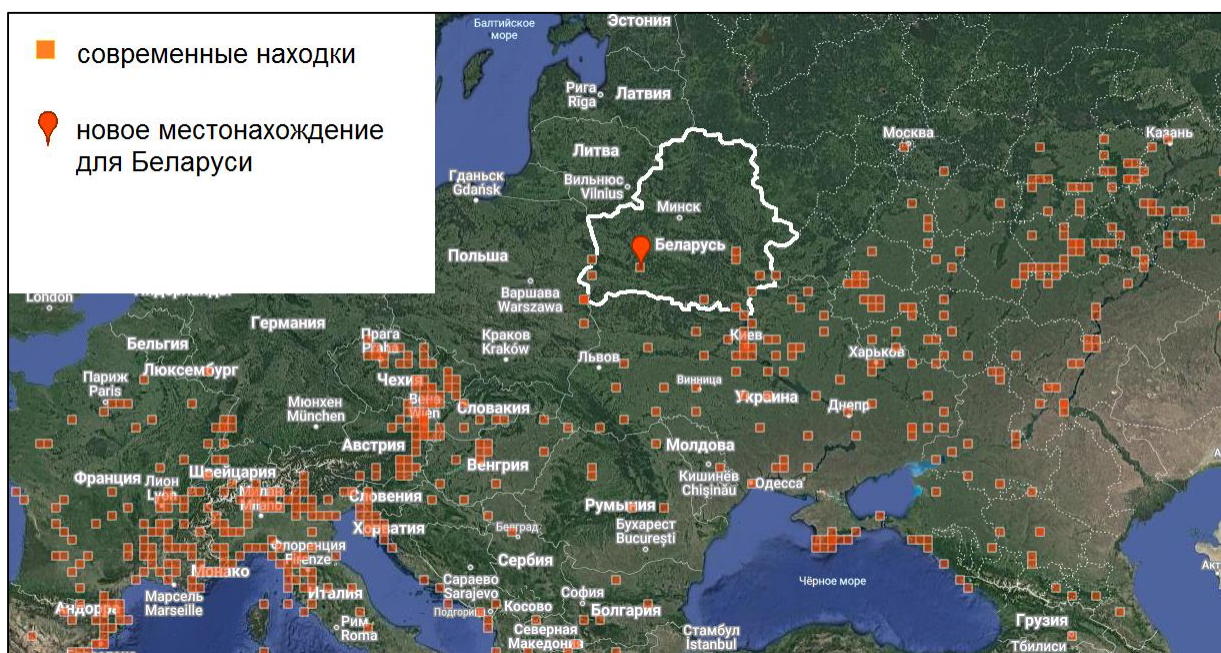


Рисунок – Современное распространение *Xylocopa valga* в Европе [2]

Кроме этого *Xylocopa valga* отмечена в сопредельных районах Украины, Польши и России, что может свидетельствовать о достаточно частой встречаемости вида и его стабильной численности в южной части Беларуси.

Летом 2023 г. при изучении культурной флоры на территории Ивацевичского района Брестской области было обнаружено новое местонахождение данного вида, задокументированное затем в таких международных базах данных по биоразнообразию как [inaturalist.org](https://www.inaturalist.org) (<https://www.inaturalist.org/observations/176729767>), а также [gbif.org](https://www.gbif.org).

Ниже приводится краткая характеристика нового местообитания *Xylocopa valga* включающая: место нахождения (Ивацевичский район, д. Вулька-Телеханская (52°32'18.2"N 25°52'38.1"E), условия обитания (сельский селитебный ландшафт), дату регистрации (05.08.2023 г.), автора находки (А.Н. Мяслик).

Последующие наблюдения в данном локалитете позволили получить также некоторые дополнительные сведения, касающиеся биологии и экологии *Xylocopa valga*. Так, лет взрослых насекомых впервые был отмечен 29.07.2023 и продолжался до третьей декады августа. Количество одновременно наблюдаемых особей – не менее 2. Активность насекомых наблюдалась исключительно в дообеденное время. Для кормления особи *Xylocopa valga* посещали исключительно цветки *Phaseolus coccineus* L. (фасоли огненно-красной), выращиваемой на огороде. При этом насекомые избегали других культивируемых растений, выращиваемых в близлежащих огородах, садах и цветниках, а также дикорастущих растений сухих луговин.

Обобщая вышесказанное можно отметить, что в южной части Беларуси *Xylocopa valga* является немногочисленным, но вполне обычным видом насекомых. Даже на примере базы данных [inaturalist.org](https://www.inaturalist.org), которой активно пользуются немногочисленные белорусские специалисты и натуралисты-любители видна устойчивая тенденция регулярной регистрации вида. Полученные новые данные дополняют известные сведения о распространении вида на территории Брестской области, некоторых вопросах его экологии и биологии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Красная книга Республики Беларусь. Животные : редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных / гл. редкол. : И. М. Качановский (предс.), М. Е. Никифоров, В. И. Парфенов [и др.]. – Минск : Беларус. энцыкл. імя П. Броўкі, 2015. – 320 с.

2. Inaturalist [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.inaturalist.org/> – Date of access: 23.10.2023.

К содержанию

А. С. ПОЛЕТАЕВ

Минск, ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам»

**ПРОСТРАНСТВЕННО-БИОТОПИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА
РЫБНОГО НАСЕЛЕНИЯ РЕКИ КРЕВЛЯНКА**

Введение. Р. Кревлянка протекает по территории Сморгонского района Гродненской области, в пределах Ошмянской возвышенности. Является притоком первого порядка р. Западная Березина (бассейн р. Неман). Длина реки составляет 20 км, из них на протяжении 4,5 км от истока русло канализировано. Ниже аг. Крево на реке обустроен пруд Крево площадью 25 га. На всём своём протяжении ниже пруда река является водоприёмником мелиоративных систем [1].

Цель работы: определить состав рыбного населения пруда Крево и нижележащего участка р. Кревлянка и установить особенности распределения рыб в пределах исследованного участка водотока.

Материалы и методы. Контрольные обловы проводили на выбранных для проведения работ разнотипных участках р. Кревлянка (таблица 1). В качестве орудия лова использовали электроловильную установку «Samus – 725 МР». После определения видового состава улова всех отловленных особей выпускали в месте вылова в живом виде. Обработка первичного материала проводилась с помощью стандартных методов ихтиологических исследований [2].

Таблица 1 – Описание контрольных участков р. Кревлянка

Параметры участка	№ участка				
	1	2	3	4	5
Расстояние до устья, км	13,2	12,5	11,8	5,7	1,1
Характер русла	пруд	канализированное	канализированное	естественное	естественное
Извилистость русла	–	спрямленное	спрямленное	сильно извилистое	извилистое
Ширина водотока, м	–	2–3	2–3	4–6	4–5
Скорость течения, м/с	0,05	0,1	0,2	1,1	0,6
Средняя глубина, м	3,0	0,6	0,4	0,5	0,8
Дно	илистое	илистое	илистое	галечное	песчаное
Зарастаемость	высокая	высокая	высокая	низкая	средняя

Результаты и их обсуждение. Обловы выбранных контрольных участков р. Кревлянка показали заметную разницу в составе рыбного населения различных участков водотока (таблица 2). Ихтиофауна пруда типична для русловых карповых прудов и представлена видами, вселяемыми в ходе рыбохозяйственной деятельности арендатора (каarp, щука, карась серебряный, толстолоб пёстрый, амур белый, сом европейский), а также аборигенными общепресноводными видами (окунь речной, пескарь обыкновенный, плотва, ёрш обыкновенный, верховка), преимущественно фитофилами.

На канализированном участке русла р. Кревлянка (участки 2 и 3) реофильные виды рыб не выявлены, что связано с замедленным течением в данной части водотока. Ихтиофауна канализированной части реки представлена аборигенными общепресноводными видами, стойкими к дефициту кислорода (верховка, окунь речной, пескарь обыкновенный, плотва, вьюн), что типично для канализированных рек, являющихся водоприёмниками мелиоративных систем. Также на данном участке отмечаются особи карася серебряного, выращиваемые в пруду Крево и попадающие в р. Кревлянка через его водовыпускные сооружения. Доминирующим в структуре ихтиофауны участка видом является верховка, субдоминантное положение занимают пескарь обыкновенный и плотва. Видов рыб, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь [3], в канализированной части р. Кревлянка не отмечено.

Таблица 2 – Состав контрольных уловов из р. Кревлянка

Вид	Т	НС	Контрольные участки					Итого
			1	2	3	4	5	
<i>l</i>	2	3	4	5	6	7	8	9
Минога ручьевая <i>Lampetra planeri</i>	Р	Л				13 17,3	1 2,1	14 3,3
Форель ручьевая <i>Salmo trutta morpha fario</i>	Р	Л				57 76,0	19 40,4	78 18,5
Щука <i>Esox lucius</i>	О	Ф	2 1,8					2 0,5
Колюшка девятииглая <i>Pungitius pungitius</i>	О	ФГ			2 2,0	1 1,3		3 0,7
Уклейка <i>Alburnus alburnus</i>	О	Ф					1 2,1	1 0,2
Карась серебряный <i>Carassius auratus sensu lato</i>	О	Ф	6 5,3	1 1,2				7 1,7
Амур белый <i>Stenopharyngodon idella</i>	О	П*	7 6,2					7 1,7
Карп <i>Cyprinus carpio</i>	О	Ф*	13 11,5					13 3,1
Пескарь обыкновенный <i>Gobio gobio</i>	О	ПС	28 24,8	5 6,0	23 22,8			56 13,3

Толстолоб пёстрый <i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	О	П*	2 1,8					2 0,5
Верховка <i>Leucaspis delineatus</i>	О	Ф	15 13,3	73 88,0	53 52,5			141 33,5
Елец <i>Leuciscus leuciscus</i>	Р	Л					7 14,9	7 1,7
Плотва <i>Rutilus rutilus</i>	О	Ф	35 31,0	3 3,6	21 20,8		15 31,9	74 17,6
Голавль <i>Squalius cephalus</i>	Р	Л					1 2,1	1 0,2
Вьюн <i>Misgurnus fossilis</i>	О	Ф				1 1,3	2 4,3	3 0,7
Сом европейский <i>Silurus glanis</i>	О	ФГ	1 0,9					1 0,2
Ёрш обыкновенный <i>Gymnocephalus cernuus</i>	О	Л	1 0,9					1 0,2
Окунь речной <i>Perca fluviatilis</i>	О	Ф	3 2,7	1 1,2	2 2,0		1 2,1	7 1,7
Подкаменщик обыкновен- ный <i>Cottus gobio</i>	Р	Л				3 4,0		3 0,7
Итого:			113 100	83 100	101 100	75 100	47 100	421 100
Видов:			11	5	5	5	8	19

Примечание: Т – экологические группы по отношению к течению: Р – реофильные виды, О – общепресноводные; НС – экологические группы по отношению к нерестовому субстрату: П – пелагофилы, откладывающие икру в толще воды; ПС – псаммофилы, откладывающие икру на песок, Л – литофилы, откладывающие икру на каменисто-галечниковый грунт; Ф – фитофилы, откладывающие икру на растительность; ФГ – гнездовые фитофилы, строящие гнездо из растительных остатков на грунте; * - не размножается в условиях Беларуси; **в ячейках сверху** – число пойманных особей, **снизу** – доля вида в улове (%)

На участке естественного русла р. Кревлянка (участок 4) ихтиофауна представлена преимущественно реофильными видами (ручьевая форель, обыкновенный подкаменщик, ручьевая минога), доля которых по количеству отловленных особей составляет 97,4 %, а также единичными особями представителей группы общепресноводных видов (колюшка девятииглая и вьюн). На участке отмечен 1 вид рыб, включенный в Красную книгу Республики Беларусь – форель ручьевая, являющаяся доминирующим видом на данном участке. Субдоминантное положение занимает минога ручьевая. Только на данном участке отмечается подкаменщик. На предустьевом (5) участке естественного русла р. Кревлянка ихтиофауна сходна с таковой на участке 4, однако дополнена рыбами, заходящими из р. Западная Березина в поисках корма либо благоприятного кислородного режима (елец, голавль, уклейка, окунь, плотва). Доля реофильных видов рыб в улове составляет

59,6 %, общепресноводных – 40,4 %. На участке отмечен 1 вид рыб, включенный в Красную книгу Республики Беларусь – форель ручьевая. Доминирующими в структуре ихтиофауны участка видами являются форель и плотва, субдоминантным видом является елец.

По экологии нереста большинство населяющих р. Кревлянка видов рыб относятся к группам фитофилов (42,1 %) и литофилов (31,6 %). Пригодными для нереста литофильных и псаммофильных видов участки отмечены на каменистых, гравелистых и песчаных грунтах в естественном русле реки. Нерестилища фитофильных рыб расположены на пойменных и береговых затоплениях, а также на прибрежных мелководьях, поросших водной растительностью; гнездовые фитофилы нерестятся в подходящих локальных микробиотопах.

Заключение. Установлено обитание в р. Кревлянка 18 видов рыб, относящихся к 18 родам, 8 семействам и 7 отрядам, и 1 вида миног. Зарегистрирован 1 вид рыб, включенный в Красную книгу Республики Беларусь – форель ручьевая, состояние популяции которой не вызывает опасений. Пространственное распределение рыб в пределах р. Кревлянка позволяет выделить 3 резко отличающихся по видовому составу рыбного населения отрезка исследованной части водотока: пруд Крево, канализированное русло и естественное русло. Состав ихтиофауны пруда обусловлен хозяйственной деятельностью арендатора и включает в себя как аборигенные, так и интродуцированные виды рыб. Канализированный участок русла населён аборигенными общепресноводными видами рыб, а также проникающими в него из пруда особями интродуцированного карася серебряного. Ихтиофауна естественного русла представлена преимущественно аборигенными реофильными видами рыб и миног, а также отдельными представителями аборигенных общепресноводных видов, доля которых увеличивается по мере приближения к устью р. Кревлянка.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Климат и вода : Природа Беларуси : в 3 т. – Минск : Беларус. Энцыкл. імя П. Броўкі, 2010. – 504 с. – 2 т.
2. Правдин, И. Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / И. Ф. Правдин. – Изд. 4-е, переработанное и дополненное. – Москва : Пищевая промышленность, 1966. – 267 с.
3. Красная книга Республики Беларусь. Животные : редкие и находящиеся под угрозой виды диких животных / ред. И. М. Качановский, М. Е. Никифоров, В. И. Парфёнов. – Изд. 4-е изд. – Минск : Беларус. Энцыкл. імя П. Броўкі, 2015. – 320 с.

К содержанию

**В. К. РИЗЕВСКИЙ, А. В. ЛЕЩЕНКО, Е. С. ГАЙДУЧЕНКО,
Д. Ф. КУНИЦКИЙ**

Минск, ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам»

ЛИНЕЙНЫЙ РОСТ ЛЕЩА *ABRAMIS BRAMA* ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ БЕЛАРУСИ

В настоящее время в водных объектах Беларуси (далее ВОБ) наиболее массовым промысловым видом рыб является лещ *Abramis brama* – около 1/3 всего промыслового вылова рыбы в Беларуси приходится на этот вид. Суммарная доля всех зарыбляемых видов (а это карась, щука, карп, толстолобик и амур белый) в уловах сопоставима с долей одного леща. Помимо этого, большое количество леща вылавливается также и рыболовами-любителями.

При рациональном ведении рыболовного хозяйства большое значение имеет не только количество добываемой рыбной продукции, но и ее качество. В зависимости от ряда причин характер роста леща в ВОБ значительно различается – отмечаются как быстрорастущие, так и тугорослые популяции. При низкой средней индивидуальной продуктивности (под которой подразумевается прирост массы тела или энергии особи за единицу времени) леща, что характерно для его тугорослых популяций [1, 2], использование его с целью получения пищевого продукта затруднено из-за низкого качества (малый размер, большое количество мелких костей, низкая калорийность). Водоемы, в которых обитают такие популяции, требуют существенного изменения системы эксплуатации запасов леща и других видов рыб с целью направленного изменения ихтиоценоза водоема [3].

В 1999 г. Ризевским В. К. [4] было проведено ранжирование популяций леща ВОБ по темпу роста составляющих их особей, выделены тугорослые популяции и предложены мероприятия по их рациональному использованию. Целью настоящей работы было установление линейно-возрастных показателей леща 17 модельных водных объектов (1 вдхр., 2 реки и 14 озер) и на основании полученных и имеющихся литературных данных актуализировать ранжирование популяции леща ВОБ по классу роста (очень быстрого, быстрого, среднего и медленного и очень медленного). Всего проанализировано 184 размерно-возрастных ряда леща из озер (121 ряд), рек (55 рядов) и водохранилищ (8 рядов), включая собственные данные.

Анализ роста леща в исследованных модельных водоемах показал, что в некоторых из них отмечен очень высокий темп роста, который практически не снижается до 9–10-летнего возраста (оз. Бережье и оз. Богинское). С другой стороны, самыми низкими показателями роста лещ характеризуется в озерах Езерище и Освейское (рисунок 1).

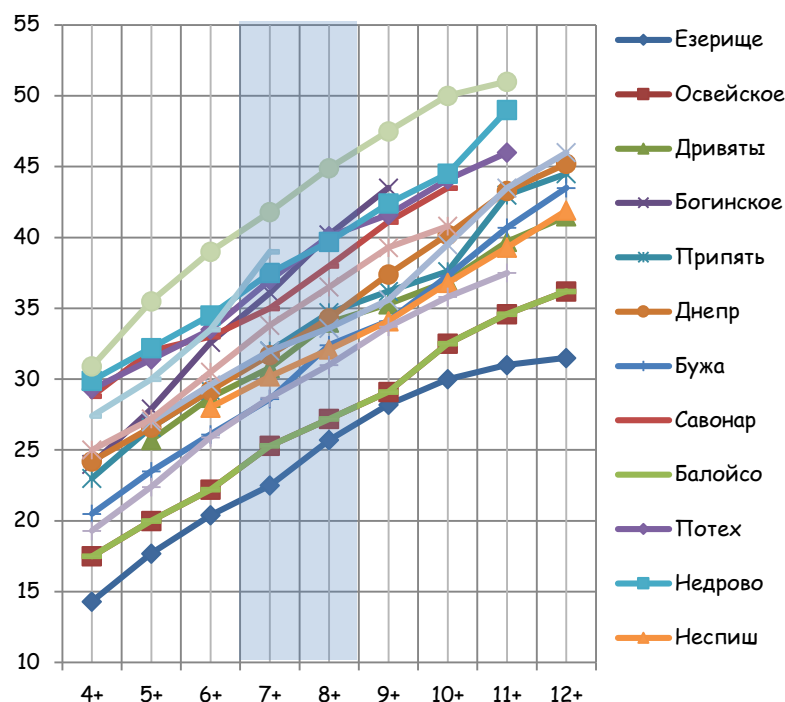


Рисунок 1 – Линейный рост разновозрастных групп леща ВОБ

Обобщение и анализ всех имеющихся материалов по росту леща в ВОБ (в том числе и полученных нами по модельным водоемам/водотокам) показало, что наиболее быстро лещ растет в первые два года, достигая за это время более 30 % длины тела в 10-летнем возрасте (таблица 1).

Таблица - Линейный темп роста леща ВОБ

Годы	Средняя длина тела леща, см				Прирост в ВОБ	
	в озерах	в вдхр.	в реках	в целом в ВОБ	см	%
2	12,05	13,55	12,38	12,17	12,17	30,83
3	16,75	18,81	15,29	16,43	4,26	10,79
4	21,24	22,29	19,75	20,83	4,40	11,14
5	25,23	26,35	23,63	24,80	3,97	10,06
6	28,92	31,64	27,17	28,52	3,72	9,42
7	32,00	33,32	30,30	31,55	3,03	7,67
8	35,19	36,58	33,55	34,75	3,20	8,11
9	37,79	41,85	35,96	37,25	2,50	6,33
10	40,32	42,35	37,91	39,48	2,23	5,65
Σ					39,48	100

В дальнейшем приросты длины тела леща снижаются и в 9-10-летнем возрасте в среднем они составляют чуть более 2 см в год.

Применив методику определения классов роста рыб Szczerbowski J. [5], нами были актуализированы линейные границы классов роста леща в ВОБ (таблица 2).

Таблица 2 – Границы средних показателей длины тела леща (см) с разным темпом роста (данные 2023 г.)

Возраст особей, годы	Классы (характер) роста леща, 2023 г.										
	очень медленный		медленный		средний		быстрый		очень быстрый		
	min					max					
2	6,6	-	8,3	-	10,9	-	12,2	-	13,5	-	17,0
3	10,0	-	10,6	-	14,6	-	16,6	-	18,5	-	23,4
4	12,6	-	14,0	-	18,6	-	20,9	-	23,2	-	27,4
5	14,3	-	16,8	-	22,2	-	24,9	-	27,6	-	34,7
6	15,9	-	20,6	-	25,9	-	28,6	-	31,3	-	39,9
7	18,1	-	23,3	-	28,8	-	31,6	-	34,4	-	42,2
8	21,3	-	25,6	-	31,8	-	34,9	-	38,0	-	45,3
9	22,8	-	28,5	-	34,4	-	37,4	-	40,3	-	50,3

Сравнение современных линейных границ классов роста леща с аналогичными данными, полученными более 20 лет назад (таблица 3), показало расширение в настоящее время средних значений минимальных и максимальных величин длины тела рыбы.

Таблица 3 – Границы средних показателей длины тела леща (см) в популяциях с разным темпом роста (данные 1999 г.)

Возраст особей, годы	Классы (характер) роста леща, 1999 г. [4]										
	очень медленный		медленный		средний		быстрый		очень быстрый		
	min					max					
2	7,7	-	10,4	-	11,6	-	13,2	-	14,7	-	17,0
3	10,0	-	14,0	-	16,0	-	18,3	-	20,1	-	22,0
4	12,8	-	17,7	-	20,2	-	23,1	-	24,9	-	27,1
5	15,2	-	20,6	-	23,7	-	27,2	-	29,1	-	33,0
6	17,7	-	23,6	-	27,0	-	30,5	-	32,9	-	36,5
7	22,0	-	26,7	-	30,6	-	33,8	-	36,2	-	40,4
8	24,9	-	30,8	-	34,1	-	37,7	-	40,5	-	45,2
9	28,0	-	34,4	-	37,1	-	40,4	-	42,9	-	46,5

При этом необходимо отметить значительное уменьшение по всем возрастным группам максимальных и минимальных значений длины леща, относящегося к классу очень медленного роста леща (рисунок 2).

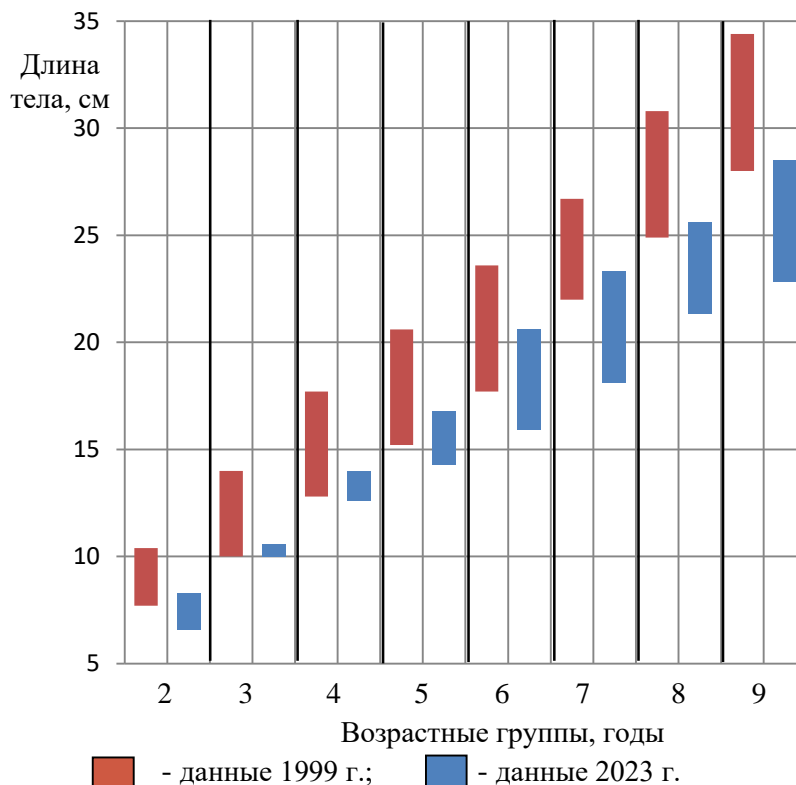


Рисунок 2 – Линейные границы класса очень медленного роста леща ВОБ

Рассчитанные нами современные границы классов линейного роста леща могут быть использованы для рационального ведения рыболовного хозяйства на водном объекте, и, в случае установления тугорослости облавливаемой популяции, следует рекомендовать изымать леща без соблюдения промысловой меры.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хаберман, Х. Х. Влияние добавочного кормления на леща в оз. Эрмисту / Х. Х. Хаберман // Биологические особенности малых озер Эстонии. – Таллин, 1984а. – С. 99–105.
2. Хаберман, Х. Х. Об индивидуальной продуктивности рыб (на примере леща озер окрестностей Пяйдла) / Х. Х. Хаберман // Биологические особенности малых озер Эстонии. – Таллин, 1984б.
3. Haberman, H. On connections of the individual productivity of the bream with the genotype in some Estonian lakes / H. Haberman, M. Tammert // Estonian contributions to the IBP progress report. – 1976. – N 10. – P. 100–113.
4. Ризевский, В. К. Эколого-морфологическая характеристика леща *Abramis brama* (L.) водоемов Беларуси / В. К. Ризевский // Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Минск, 1999.
5. Szczerbowski, J. An attempt to establish the criteria of the assessment of fish growth / J. Szczerbowski // Rov. trav. Inst. peches marit. – 1976. – 40, № 3/4. – P. 750–751.

К содержанию

**В. К. РИЗЕВСКИЙ, А. В. ЛЕЩЕНКО, Е. С. ГАЙДУЧЕНКО,
Д. Ф. КУНИЦКИЙ**

Минск, ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам»

ЛИНЕЙНЫЙ РОСТ ПЛОТВЫ *RUTILUS RUTILUS* ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ БЕЛАРУСИ

В водных объектах Беларуси (далее ВОБ) одним из наиболее распространенных видов рыб является плотва *Rutilus rutilus*. Данный вид встречается во всех крупных и средних реках, водохранилищах, пойменных водоемах и многих озерах, различающихся по величине, гидрологическому и гидрохимическому режиму. Почти везде плотва является одним из самых многочисленных видов, что обеспечивает значительный удельный вес ее как в промысловых уловах, так и в уловах рыбы рыбаками-любителями.

В то же время из-за низкого темпа роста плотва относится к числу малоценных видов. По данным П. И. Жукова в середине 20 ст. в «условиях БССР средний годовой прирост плотвы на первых годах не превышает 4 см длины, а начиная с 4-го года и еще меньше» [1, стр. 165].

Целью настоящей работы было установление современных линейно-возрастных показателей плотвы 15 модельных водных объектов (1 вдхр., 2 реки и 12 озер) и на основании полученных и имеющихся литературных данных ранжировать популяции плотвы ВОБ по классу роста (быстрого, среднего и медленного), предварительно установив линейные границы этих классов. Всего проанализировано 94 имеющихся материала по росту плотвы (включая собственные данные), содержащие 55 данных по озерам, 38 – по рекам и по 1 водохранилищу.

Полученные данные показали, что самым быстрым ростом в исследованных нами модельных водоемах/водотоках характеризуется плотва Гродненского водохранилища, а самым медленным – плотва оз. Освейское. Среди медленно растущих популяций отмечается также плотва из озер Езерище и Дривяты (рисунок 1).

Установлено, что темп роста плотвы значительно различается не только в разных водных объектах, но и в разные годы в одном и том же водном объекте. Например, темп роста плотвы в оз. Дривяты к настоящему времени существенно снизился по сравнению с данными, полученными ранее.

В целом, по всем имеющимся данным, средняя минимальная длина тела плотвы в 6-годовалом возрасте составляет 13,2 см, максимальная - 20,9 см, что в 1,58 раза больше. Наибольшие же различия средней длины тела плотвы наблюдаются с 7-годовалого возраста особей и достигают максимальной величины (1,87) в 9-годовалом возрасте (рисунок 2).

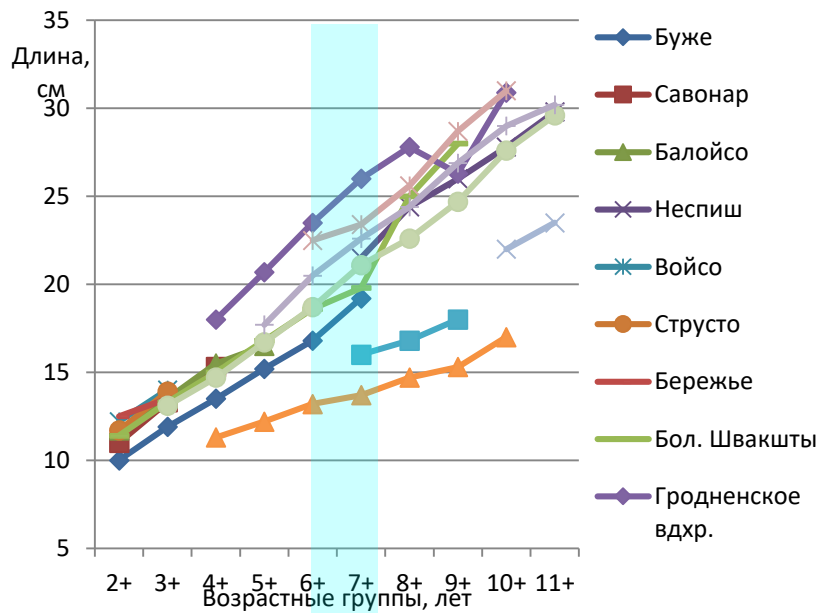


Рисунок 1 – Темп роста плотвы исследованных модельных водоемов

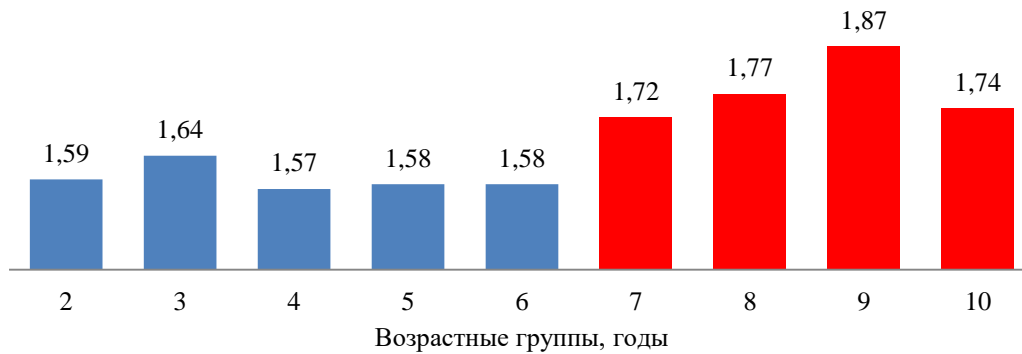


Рисунок 2 – Разница (раз) максимальной и минимальной длины тела (см) разновозрастных групп плотвы ВОБ

Установлено, что в озерах и реках плотва в среднем растет практически одинаково, только в первые 2 года длина тела плотвы в реках несколько больше (таблица 1).

Таблица 1 – Линейный темп роста плотвы ВОБ

Годы	Средняя длина тела плотвы, см			Прирост в ВОБ	
	в озерах	в реках	в целом в ВОБ	см	%
2	8,80	9,03	8,97	8,97	35,27
3	11,44	11,39	11,43	2,46	9,67
4	13,27	13,64	13,39	1,96	7,70
5	15,18	15,39	15,31	1,92	7,55
6	17,33	17,56	17,45	2,14	8,41
7	19,54	19,60	19,57	2,12	8,33
8	21,73	21,38	21,57	2,00	7,86
9	23,56	23,61	23,58	2,01	7,90
10	25,58	25,27	25,44	1,86	7,31

На основании имеющихся данных по линейным показателям плотности и взяв за основу методику определения классов роста рыб Szczerbowski J. [2], нами были определены линейные границы классов роста этого вида в водных объектах Беларуси (таблица 2).

Таблица 2 – Границы (см) классов роста плотности ВОБ

Возраст особей, годы	Класс (характер) роста						
	медленный min-max		средний min-max		быстрый min-max		
3	8,0	-	10,5	-	12,1	-	13,1
4	10,2	-	12,2	-	14,2	-	16,0
5	12,0	-	14,3	-	16,2	-	19,0
6	13,2	-	16,4	-	18,7	-	20,9
7	13,7	-	18,2	-	21,1	-	23,5
8	14,7	-	20,0	-	23,1	-	26,0
9	15,3	-	21,5	-	25,2	-	28,6
10	17,0	-	23,3	-	26,9	-	29,5

Рассчитанные нами линейные границы классов роста плотности могут быть использованы при рациональном ведении рыболовного хозяйства на водном объекте, и в случае установления тугорослости облавливаемой популяции целесообразно провести её максимальное мелиоративное изъятие.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жуков, П. И. Рыбы Белоруссии / П. И. Жуков. – Минск : Наука и техника, 1965. – 415 с.
2. Szczerbowski, J. An attempt to establish the criteria of the assessment of fish growth / J. Szczerbowski // Rov. trav. Inst. peches marit. – 1976. – 40, № 3/4. – P. 750–751.

К содержанию

Р. В. САРВАРИ¹, Е. С. ГАЙДУЧЕНКО².

¹Минск, БГУ,

²Минск, ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам»

**ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ЕВРОПЕЙСКОГО УГРЯ
(*ANGUILLA ANGUILLA*), ОБИТАЮЩЕГО В ВОДНЫХ
ОБЪЕКТАХ БЕЛАРУСИ, НА ОСНОВАНИИ ИЗМЕНЧИВОСТИ
МИТОХОНДРИАЛЬНОГО ГЕНА COI**

Европейский угорь – это находящийся на грани исчезновения вид хищных катадромных рыб, распространенный в водоемах Европы и Северной Африки. Большую часть жизни угорь проводит в пресноводных водоемах, однако для нереста взрослые особи совершают миграцию в Саргассово море, а их потомство, претерпевая метаморфоз, за несколько лет путем пассивной миграции с течением Гольфстрим возвращается обратно в пресноводные экосистемы материковой части ареала [1].

Одной из основных причин уменьшения численности угря по всему миру является зарегулирование стоков рек путем строительства плотин ГЭС. До зарегулирования водотоков данный вид проникал на территорию Беларуси из Балтийского моря по рекам Западная Двина, Неман, Вилия и обитал, в основном, в двух озерных системах – Нарочанской и Браславской. Однако, из-за нарушения путей миграции, естественного прихода угря было недостаточно для поддержания численности популяции, и с 1950-х по 2000-е годы проводилось зарыбление водоемов молодь угря, приобретенной в странах Западной Европы. С 2008 г. странами ЕС введен запрет на поставки молоди угря в третьи страны, включая и Беларусь, и сейчас остро стоит вопрос о поиске других путей поставок данного вида [2].

Зарыбление нагульного ареала мальком угря является одной из главных мер по спасению вида. Для эффективной реализации мер по сохранению общемировой популяции европейского угря, в том числе требуется проведение современных молекулярно-генетических исследований особей в нагульном ареале [1].

На данный момент общепринятой является гипотеза о панмиксической популяции европейского угря: взрослые особи свободно скрещиваются независимо от места изначальной миграции на нерест, а их потомство, мигрируя с течением Гольфстрим, распределяется по всему ареалу. Также существует гипотеза о наличии корреляции между местом обитания угря в конкретном нагульном ареале и генетическими особенностями особей [3].

Цель работы – на основании изменчивости митохондриального гена субъединицы 1 цитохром оксидазы С (*COI*) провести анализ генетического разнообразия угря европейского, обитающего в водоемах севера Беларуси, и сравнить полученные результаты с данными из международного генетического банка данных (NCBI, GenBank).

В исследовании использован ихтиологический материал, собранный в мае 2020 г. Представлен анализ трех выборок: р. Смолка – (бассейн реки Неман); р. Мяделка – (бас. Р. Зап. Двина); оз. Болойсо — (бас. Р. Зап. Двина). ДНК коммерческим набором «Нуклеосорб» комплектации С (Праймтех, Беларусь). Для получения целевого фрагмента использовали пару праймеров AngCOIF (5`-CTGCA YTGAGCCTTCTAATC-3`); AngCOIR (5`-GATAATTATTGTGGCGGAAG-3`). Программа амплификации: начальная денатурация 5 мин – 95°C; 35 циклов денатурации в течении 45 с – 94°C, отжиг 45 с – 54°C, элонгация 1 мин – 72°C ; финальная стадия элонгации в течении 1 мин при 72°C. Секвенирование провели в ЦКП «Геном» ГНУ Институт генетики и цитологии НАН Беларуси» на 3500 Genetic Analyzer (Applied Biosystems). Первичный анализ результатов секвенирования, редактирование и выравнивание последовательностей проводили в пакетах программ MEGA11. Для выравнивания последовательностей применяли алгоритм Muscle, с назначением штрафа за вставку пробелов – 400.

Кроме собственных расшифрованных нуклеотидных последовательностей (n=12) использованы данные NCBI GenBank (177 последовательностей из бассейнов Атлантического океана, Балтийского, Северного и Средиземного морей). Проанализированные последовательности разделены по бассейнам, результаты представлены в (таблице 1).

Таблица 1 – Показатели генетического разнообразия европейского угря по фрагменту гена *COI*

<i>Бассейн</i>	N	S	H	Hd	π	k	T's D
Образцы из Беларуси	12	11	7	0,894± 0,063	0,00538± 0,00099	2,591	-1,20
Средиземное море	117	39	38	0,934± 0,010	0,00843± 0,00048	4,064	-1,45
Балтийское море	14	14	9	0,923± 0,050	0,00572± 0,00097	2,758	-1,51
Северное море	33	23	21	0,962± 0,017	0,00744± 0,00072	3,585	-1,37
Атлантический океан	25	23	17	0,950± 0,029	0,00793± 0,00076	3,820	-1,36

Примечание: N — число последовательностей; S — число переменных сайтов; H — число гаплотипов; Hd — гаплотипическое разнообразие; π — нуклеотидное разнообразие; k — среднее число нуклеотидных различий

Для всех исследованных особей, независимо от бассейнов, характерны высокие показатели гаплотипического разнообразия при низких значениях нуклеотидного (таблица 1), что согласуется с данными, полученными в других исследованиях [3]. Высокое разнообразие гаплотипов при относительно низком нуклеотидном разнообразии по сравнению с другими видами рыб указывает, что европейский угорь, скорее всего, подвергся расширению популяции после длительного периода ее низкой эффективной численности [4]. Данный вывод также подтверждается отрицательными значениями теста Таджимы на нейтральность ($T^*s D$) и согласуется с выводами других исследований [5, 6].

Анализ медианной сети (рисунок 1) не выявил четкой структуры и наличия географической локализации гаплотипов: исследованные особи европейского угря из Беларуси относятся к гаплотипам, широко представленным в ареале.

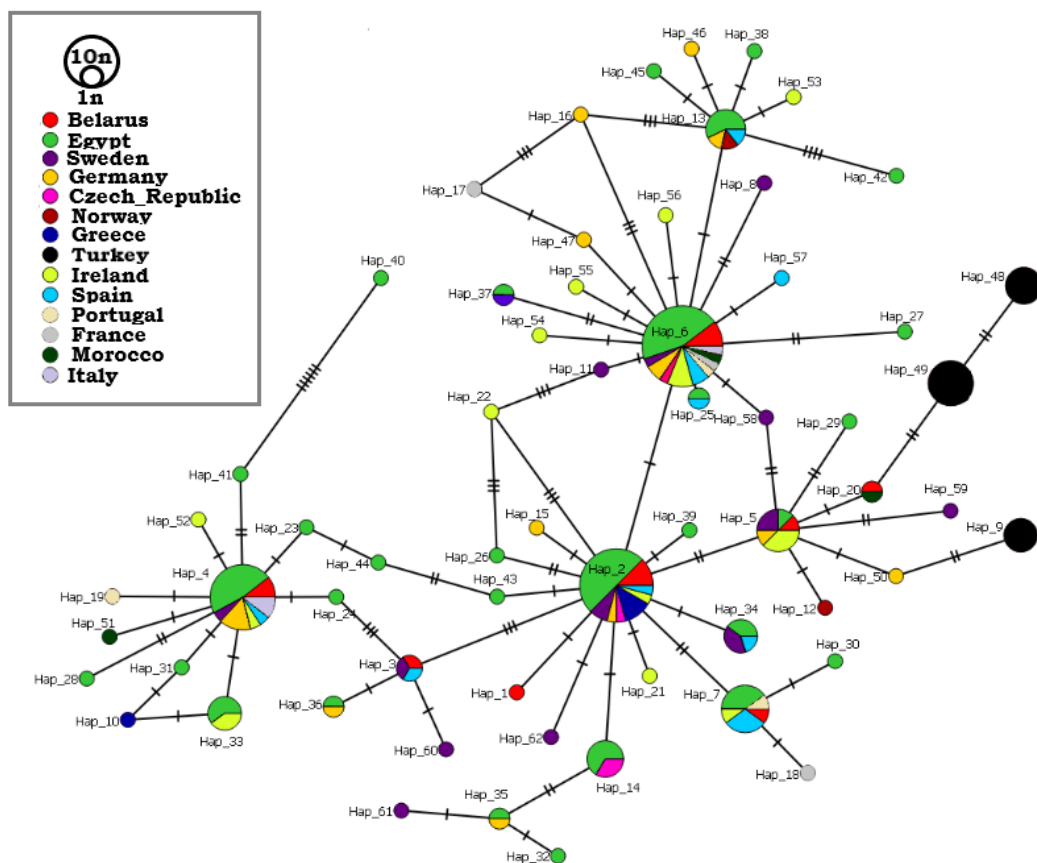


Рисунок 1 – Медианная сеть (алгоритм MSN) из 189 последовательностей гена COI европейского угря (*Anguilla Anguilla*)

В данной работе представлены начальные результаты исследования генетического разнообразия по фрагменту гена COI европейского угря, обитающего в водных объектах Беларуси.

Особь европейского угря, независимо от места нагульного ареала, характеризуются высокими значениями гаплотипического разнообразия при относительно низких значениях нуклеотидного. Исследованные особи европейского угря, нагульным ареалом которых являются водные объекты Беларуси, принадлежат к гаплотипам, широко распространенным в ареале вида.

Полученные данные свидетельствуют в пользу гипотезы панмиксической популяции европейского угря. Взаимосвязь между нагульным ареалом с локализацией особей определенного гаплотипа отсутствует, что может указывать на возможность использования посадочного материала европейского угря для зарыбления водоемов Беларуси из любой части ареала вида.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. IUCN. *Anguilla anguilla*: Pike, C., Crook, V. & Gollock. – М. : The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e.T60344A152845178. *Anguilla anguilla* / IUCN Institution: International Union for Conservation of Nature DOI: 10.2305/IUCN.UK.2020-2.RLTS.T60344A152845178.en. – 2018.

2. Колтунов, В. В. Роль Республики Беларусь в сохранении мировой популяции европейского угря. / В. В. Колтунов, В. К. Ризевский, М.В. Плюта. – 2019. – № 35. – С. 141-146.

3. Ragauskas, A. Distinct matrilineages in the panmictic population of the European eel *Anguilla anguilla*? / A. Ragauskas, D. Butkauskas, M.L. Bianchini // *Aquat. Living Resour.* – 2017. – Т. 30 – С. 21.

4. Grant, W.S. Shallow population histories in deep evolutionary lineages of marine fishes: insights from sardines and anchovies and lessons for conservation. / W.S. Grant, B.W. Bowen. // *J. Hered.* – 1998. – V. 89. – P. 415–426.

5. Jacobsen, M.W. Speciation and demographic history of Atlantic eels (*Anguilla anguilla* and *A. rostrata*) revealed by mitogenome sequencing / M. W. Jacobsen [et.al] // *Heredity.* – 2014. – V. 113. – P. 432–442.

6. Does asymmetric gene flow among matrilineages maintain the evolutionary potential of the European eel? / M. Baltazar-Soares, C. Eizaguirre // *Ecol. Evol.* – 2016. – V. 6. – P. 5305–5320.

К содержанию

УДК 592; 576.89; 591.69; 574.3

Е. Г. СКУРАТОВИЧ, К. СЛИВИНСКА

г. Минск, ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам»

ИЗУЧЕННОСТЬ КОЛЬЧАТЫХ ЧЕРВЕЙ ИЗ ОТРЯДА BRANCHIOBDELLIDA (ANNELIDA: CLITELLATA) В БЕЛАРУСИ

Тело раков представляет собой сложное сообщество микробных и многоклеточных таксонов. В экзоскелете раков могут обитать самые разнообразные организмы, включая бактерии, скопления стебельчатых инфузорий, сидячих коловраток, кольчатых червей, плоских червей и других ракообразных. Многие из них могут быть случайными партнерами, но другие являются облигатно-эктосимбионтами.

Бранхиобделлиды, или как их называют рачьи черви, относятся к классу Annelida. Они формируют специфические отношения преимущественно с астакоидными раками [1]. В настоящее время род *Branchiobdella* включает в себя 9 валидных европейских видов: *B. parasita*, *B. astaci*, *B. pentadonta*, *B. hexadonta*, *B. italica*, *B. balcanica*, *B. kozarovi*, *B. papillosa* и *B. bulgariensis* [2, 3]. Многие виды имеют сходные морфологические признаки, поэтому их идентификация требует микроскопических исследований. Для окончательной идентификации необходимо знать: длину и форму тела, строение челюстей, строение мужской и женской репродуктивных систем и другие морфологические особенности [4].

Большинство европейских бранхиобделлид обитают на поверхности тела рака, но два вида – *B. astaci* и *B. hexadonta* – являются паразитами и обитают в жаберной полости, питаются тканями раков и их гемолимфой [5], а их негативное влияние на раков не вызывает сомнений [6, 7].

Из-за влиятельной роли, которую раки играют в водных системах, бранхиобделлиды могут оказывать косвенное воздействие на местные сообщества и экосистемные процессы через их прямое воздействие на раков [8]. Бранхиобделлиды были обнаружены на 4 аборигенных видах европейских раков: широкопалом *Astacus astacus*, длиннопалом *Pontastacus leptodactylus*, каменном *Austropotamobius torrentium* и белоклешневом *A. pallipes* [5]. Также, некоторые европейские виды *Branchiobdella* были зарегистрированы на интродуцированных, североамериканских видах раков таких как: полосатый *Faxonius limosus*, сигнальный *Pacifastacus leniusculus*, красный болотный *Procambarus clarkii*, и мраморный *Procambarus virginalis*.

Представители семейства Branchiobdellidae распространены на большей части Голарктики, включая Евро-Средиземноморский регион, Восточную Азию, а также Северную и Центральную Америку [9]. Европейский

ареал аборигенных бранхиобделлид простирается от Франции до европейской части России и Украины, а также от Северной Италии и Балканского полуострова до Швеции, Финляндии, Прибалтики и северной части европейской части России [10].

В опубликованной литературе известно единичное упоминание о встречаемости представителей рода *Branchiobdella* в Беларуси [11]. *Branchiobdella kozarovi* и *B. astaci* были изолированы и идентифицированы из музейного образца, депонированного в Музее естественной истории в Копенгагене [11]. Депонированный в музее образец был описан как широкопалый рак из р. Днепр в Могилеве. Однако, находка *B. kozarovi* на широкопалом раке ставится под сомнение самим автором данного исследования, так как не исключается возможность ошибочной идентификации хозяина [5]. Автор четко подчеркивает, что *B. kozarovi* является специфическим видом для длиннопалого рака. В настоящее время известно еще одно местообитание *B. kozarovi* в Беларуси, которое было обнаружено в 2017 году в Краснослободском водохранилище (Солигорский р-н, Минская обл. – N52°48'53,33"; E27°00'44,40") [12].

Доступная информация, касающаяся бранхиобделлид в Беларуси, является хаотичной и фрагментарной. Данная группа животных не изучена в стране. Для дальнейших работ по изучению симбионтов и паразитов раков мы проанализировали доступную научную информацию о встречаемости бранхиобделлид на сопредельных территориях, с целью более глубокого понимания потенциального разнообразия данной группы животных в Беларуси. Результаты данного обзора представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Встречаемость представителей отряда Branchiobdella на сопредельных Беларуси территориях

Страна	Виды бранхиобделлид	Ссылки
Польша	<i>B. astaci</i> , <i>B. parasita</i> , <i>B. pentadonta</i> , <i>B. hexadonta</i> , <i>B. balcanica</i> , <i>B. kozarovi</i> , <i>B. italica</i> .	[13, 14].
Россия	<i>B. astaci</i> , <i>B. parasita</i> , <i>B. pentadonta</i> , <i>B. hexadonta</i> , <i>B. kozarovi</i>	[15, 16].
Украина	<i>B. astaci</i> , <i>B. parasita</i> , <i>B. pentadonta</i> , <i>B. balcanica</i> , <i>B. kozarovi</i>	[16, 17, 18].
Литва	<i>B. astaci</i> , <i>B. parasita</i> , <i>B. pentadonta</i>	[7, 19].
Латвия	Бранхиобделлиды не изучались	-

Во всех странах, граничащих с Беларусью обнаружены *B. parasita* и *B. pentadonta*, следовательно, стоит ожидать, что данные виды с большой долей вероятности также присутствуют и в Беларуси. Известно, что *B. hexadonta* встречается на территории Польши и России, поэтому можно предположить, что Беларусь, вероятно, тоже является ареалом данного вида.

Похожая ситуация касается распространения *B. balcanica*, вида известного в Польше и Украине, который также может обитать на территории Беларуси. Единственным видом, встречаемость которого в Беларуси можно поставить под сомнение, является *B. italica* который из стран-соседей Беларуси обнаружен только в Польше, следовательно вероятность его обнаружения в Беларуси значительно ниже, чем у вышеперечисленных видов.

Таким образом, учитывая опубликованные данные о находках бранхиобделлид в регионе, стоит ожидать что фауна бранхиобделлид Беларуси представлена большим количеством видов, чем известно в настоящее время.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Govedich, F. R. Annelida (Clitellata): Oligochaeta, Branchiobdellida, Hirudinida and Acanthobdellida / F. R. Govedich, B. A. Bain, S. R. Gelder, R. W. Davies, R. O. Brinkhurst // In: Thorp, J. H. and F. Covich (Eds): Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates. 3rd edition, Burlington, MA, USA (Academic Press (Elsevier)) – 2010. – P. 385–436.

2. Subchev, M. Branchiobdellida (Annelida: Clitellata) Found in Crustacea and Oligochaeta Collections of the National Museum (Prague) and Recently Collected in Slovakia with a Synopsis on Branchiobdellid Fauna of Czechia, Slovakia and Bosnia and Herzegovina / M. Subchev, P. Dolejš, V. Kilmajerova // Acta Zoologica Bulgarica – 2017. – Vol. 69. – № 4 – P. 476–476.

3. Subchev, M. A. Description of Branchiobdella bulgariensis sp. n. (Branchiobdellida) from Bulgaria / M. A. Subchev, B. J Rimcheska // Acta Zoologica Bulgarica – 2021. – Vol. 73. – № 3 – P. 331–338.

4. Rogers, D.C. Thorp and Covich's Freshwater. Invertebrates / D.C. Rogers, J.H. Thorp. – 4. Aufl. – Kidlington, Oxford: Academic Press, 2019. – P. 945.

5. Subchev, M. The genus Branchiobdella Odier, 1823 (Annelida, Clitellata, Branchiobdellida): A review of its European species / M. Subchev // Acta Zoologica Bulgarica. – 2014. – Vol. 66, № 1. – P. 5–20.

6. Subchev, M. A. First Report of Branchiobdella astaci Odier, 1823 (Annelida: Clitellata) in Greece, with an Overview of its Geographical Distribution in Europe and an Assessment of its Pathogenicity on the Host / M. A. Subchev, A. S. Sapounidis, P. Papadopoulou, E. T. Koutrakis // Acta Zoologica Bulgarica – 2020. – Vol. 72. – № 2 – P. 207–216.

7. Mažylis, A. On the disease of the broad-clawed crayfish in some Lithuanian lakes / A. Mažylis, A. Grigelis // In: Mackevičienė G. (Ed.): The biology of the crayfish of the Lithuanian inner waters. (Vilnius: Mosklas) –1979. – P. 121–127.

8. DeWitt, P.D. Effects of environmental and host physical characteristics on an aquatic symbiont / P. D. DeWitt, B. W. Williams, Z. Q. Lu, A. N. Fard, S. R. Gelder // Limnologia – 2013. – Vol. 43 – № 3 – P. 151–156.

9. Fard, A. N. First report of Branchiobdella kozarovi Subchev, 1978 (Annelida: Clitellata) in Iran, and its distribution in the eastern Euro-Mediterranean

subregion / A. N. Fard, S. R. Gelder // *Acta zoologica bulgarica* – 2011. – Vol. 63. – № 1 – P. 105-108.

10. Gelder, S. R. Zoogeography of branchiobdellidans (Annelida) and temnocephalidans (Platyhelminthes) ectosymbiotic on freshwater crustaceans, and their reactions to one another in vitro / S. R. Gelder // *Hydrobiologia* – 1999. – № 406 – P. 21–31.

11. Subchev, M. Branchiobdella (Annelida: Clitellata) Species Found in the Crayfish Collection of the Natural History Museum of Denmark / M. Subchev // *Acta zoologica bulgarica* – 2013. – Vol. 65. – № 4 – 571–572.

12. Скуратович, Е. Г. Регистрация *Branchiobdella kozarovi* Subchev, 1978 в популяции длиннопалого рака из Краснослободского водохранилища (Солигорский район, Минская область) / Е. Г. Скуратович, К. Сливинска // Зоологические чтения: сб. науч. ст., посвящ. 125-лет. д-ра биол. наук Ивана Николаевича Сержанина / ГрГУ им. Янки Купалы; редкол.: О. В. Янчуревич (гл. ред.), А. В. Рыжая. – Гродно: ГрГУ, –2023. – 268–269.

13. Kahl, K. Przegląd krajowych gatunków rodzaju Branchiobdella / K. Kahl, F. Wojtas // *Zeszyty Naukowe Uniwersytet Łódzkiego, Nauki Matematyczno-Przyrodnicze, ser. II* – 1974. – Vol. 56. – P. 3–12.

14. Wierzbicka, J. The food of Branchiobdella Odier, 1832 (Annelida) dwelling on crayfish and the occurrence of the fish parasite Argulus Müller, 1875 (Crustacea) on the carapace of *Pontastacus leptodactylus* (Esch.) / J. Wierzbicka, P. Śmietana // *Acta ichthyologica et piscatoria* –1999. – Vol. 29. – № 1 – P. 93-98.

15. Чекановская, О.В. Водные малощетинковые черви фауны СССР / О.В. Чекановская // М., Л.: Изд-во АН СССР –1962. – 411с.

16. Бошко, Е. Г. Паразиты и комменсалы речных раков водоемов России и Украины / Е. Г. Бошко // Известия Пензенского государственного педагогического университета имени В. Г. Белинского Естественные науки – 2010. – № 17 (21) – С. 39–44.

17. Subchev, M. A. Branchiobdellida (Annelida: Clitellata) found in the crayfish and annelid collections of Paris National Museum of Natural History and on recently collected crayfishes from France / M. A. Subchev // *Acta zoologica bulgarica* – 2008. – Vol. 60. – № 3 – P. 233–237.

18. Колесникова, М. Ю. Новые сведения о распространении бранхиобделлид (Clitellata: Branchiobdellida) в водоёмах Харьковской области / М. Ю. Колесникова // Вісник Харківського національного університету імені В.Н.Каразіна. Серія: біологія – 2007. – Вип. 6. – № 788 – С. 97–103.

19. Mažeika, V. Branchiobdellids on the bodies and eggs of cultured noble crayfish *Astacus astacus* (L.) in Lithuania / V. Mažeika, L. Mickėnienė, G. Mackevičienė // *Freshwater Crayfish* – 1999. – №12 – P. 343–348.

К содержанию

А. В. СОСНА

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

**О НАХОДКЕ *Xylocopa valga* (GERSTÄCKER, 1872)
НА ТЕРРИТОРИИ ВОРОНОВСКОГО РАЙОНА
ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Одним из важнейших условий эффективности проводимых природоохранных мероприятий является поиск новых мест обитания редких и охраняемых видов растений и животных. При документировании новых видов, занесенных в Красную книгу, появляются дополнительные сведения о географии их распространения, фенологии и эколого-биологических особенностях в условиях конкретного природного региона, изменении численности. В связи с этим даже единичные находки видов, находящихся под охраной, должны быть тщательно описаны и обнародованы для соответствующих специалистов, что позволит расширить имеющиеся сведения об уязвимых таксонах и повысить эффективность их охраны.

При проведении полевых исследований хортобионтных насекомых на территории Вороновского района Гродненской области 23 августа 2023 года в д. Вайкунцы был обнаружен охраняемый вид насекомых – *Xylocopa valga* (Gerstäcker, 1872) (рисунок 1). Исследуемый биотоп располагается на равнинной местности. Для данной территории исследования характерно преобладание разнотравья. Произрастают представители следующих семейств: сложноцветные или астровые (Compositae), розоцветные (Rosaceae), лютиковые (Ranunculaceae), мятликовые (Poaceae), бобовые (Fabaceae). Из представленных семейств в данном биотопе преобладают представители семейства бобовые. Вид был собран следующим образом – пчела сидела на стене дома и была отловлена в сачок.



Рисунок 1 – Пчела-плотник обыкновенная *Xylocopa valga*

Ниже приводятся основные сведения о данной находке (таблица 1).

Таблица 1 – Основные сведения о новой находке *Xylocopa valga* в Гродненской области

Показатель	Описание
Таксон	<i>Xylocopa valga</i> (Gerstäcker, 1872)
Место находки	Гродненская область, Вороновский район, д. Вайкунцы д.41
Дата находки	23 августа 2023 г. (рисунок 2)
Автор находки	А.В. Сосна
Географические координаты	54.103029, 25.055522
Численность вида	Единичная особь
Условия обитания	Участок декоративных растений вблизи жилого дома (имаго, посещающие цветущие растения)

Статус вида: *Xylocopa valga* впервые включен в третье издание Красной книги, где имеет II охранную категорию национального значения, соответствующая категория EN (endangered) – исчезающие. Международный вид включен в Красные книги Литвы, Эстонии, Украины, Польши. Палеарктический вид, распространенный от Северной Африки (Марокко) и Европы (Испании) через Среднюю Азию, Казахстан до Монголии включительно. В 1-й половине 20 в. вид регистрировался по всей территории Беларуси. В последнее время единично регистрируется только на юге страны [1].

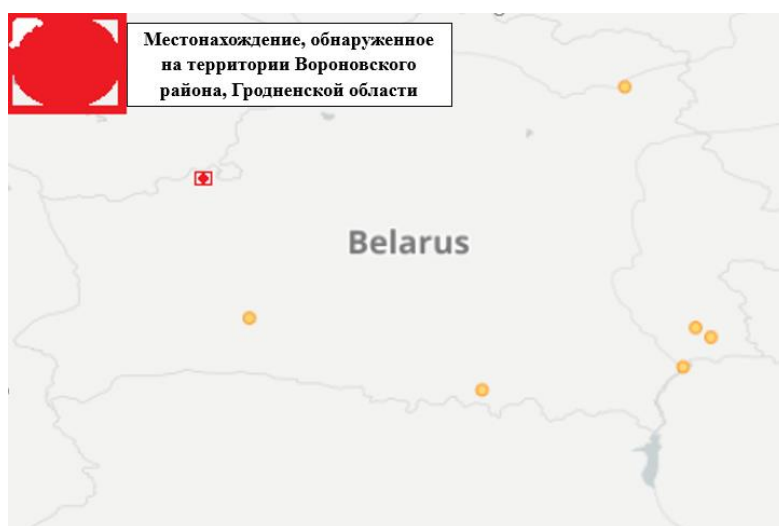


Рисунок 2 – Ареал *Xylocopa valga* на территории Беларуси

Тело длиной 20–28 мм, черное, блестящее, слабоопушенное. Крылья темные с ярким фиолетовым отливом, голени задних ног в густых волосках.

В Беларуси самый крупный вид пчелиных. За последние 30 лет зафиксирован дважды – в Национальном парке «Припятский» и Беловежской

пуще. Однако в последнее время встречи пчелы-плотника в Гомельской обл. заметно участились и с 2000 г. их было уже 11 [2].

Местообитания вида приурочены к опушкам старых лесов с отмирающими старыми деревьями, реже населенным пунктам со старыми садами и ветхими деревянными постройками, где пчела строит гнезда, прокладывая ходы с гнездовыми камерами в мертвой древесине.

Лимитирующие факторы и угрозы для вида связаны с сокращением площади старых лесов, вырубкой усыхающих деревьев, уменьшением количества старых деревянных построек [2].

Таким образом, полученные результаты дополняют имеющиеся сведения о распространения, численности и экологии *Xylocopa valga* в Беларуси и могут быть использованы в будущем для эффективной охраны данного вида.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Красная книга Республики Беларусь. Животные : редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных / гл. редкол.: И. М. Качановский (предс.), М. Е. Никифоров, В. И. Парфенов [и др.]. – 4-е изд. – Минск : Беларусь. Энцикл. імя П. Броўкі, 2015.

2. Пчелы Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://apoidea-g2n.jimdofree.com>. – Дата доступа: 05.10.2023.

К содержанию

УДК 594.382.4

В. В. ФИЛИПОВИЧ, Т. П. МАРЧИК

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ФЕНОТИПИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ВНУТРИПОПУЛЯЦИОННОГО ПОЛИМОРФИЗМА РАКОВИН *CERAEA NEMORALIS* (LINNEUS, 1758) В УСЛОВИЯХ ГОРОДА ГРОДНО

Введение. Изменения природной среды могут сказываться на морфологических признаках брюхоногих моллюсков в особенности на строении и окраски раковины, что может использоваться в биоиндикационных целях. За многие годы исследований биологами различного профиля накоплен большой научный материал по этому классу беспозвоночных животных [1].

Ceraea nemoralis (Linneus, 1758) (лесная улитка) проникла на территорию Беларуси из Западной Европы и широко расселился в Гродненском

районе и городе Гродно. Моллюски рода *Serapea* обладают полиморфизмом по признакам окраски и полосатости раковины, что сделало их удобным объектом для изучения фенетической структуры природных популяций моллюсков, внутри- и межпопуляционной изменчивости [2].

Исходя из результатов проведенных исследований рядом авторов выявлено, что на фенотипическую изменчивость рисуночно-окрасочных форм *Serapea nemoralis* влияет целый комплекс факторов, среди которых наибольшее влияние оказывают: климатические условия сформированные в рамках среды обитания данного вида, естественный отбор по средствам селекции хищниками, дрейф генов и эффект основателя. Благодаря многолетним исследованиям проведенными в Англии, Франции и Германии можно считать доказанным, что фенетическая структура отдельных популяций *Serapea nemoralis* является результатом сложного взаимодействия факторов избирательного и неизбирательного (стохастического) характера. Эффект обоих должен значительно усиливаться в интродуцированных популяциях, обитающих на значительном расстоянии от основной части современного географического ареала данного вида [2].

Соотношение разных фенотипов может меняться в разное время года в зависимости от локальных климатических условий и степени развития растительного покрова [3].

У *Serapea nemoralis* изменчивость захватывает морфометрические параметры раковины, окраску и число оборотов завитка. В случае окраски раковины изменчивости подвергается цвет периостракума и кальцинированных слоев раковины. Другими словами, изменчивость окраски кальцинированных слоев раковины выражается в наличии или отсутствии на ней полос.

Материалы и методы. Сбор материала проводили в 2021–2022 гг., в период с конца августа по начало октября. Материал собирали вручную при осмотре подстилки, стволов деревьев, высоких растений и грунта под лежащими предметами [4]. Исследования проводили в четырех биотопах на территории г. Гродно (Беларусь) с различной антропогенной нагрузкой: пробная площадь (ПП) 1 – «Швейцарская долина» (53°40'58.3"N, 23°49'39.3"E), ПП 2 – «Улица Рейманта» (53°44'44.8"N, 23°42'01.7"E), ПП 3 «Лесопарк Румлево» (53°39'40.7"N, 23°51'05.9"E), ПП 4 – «Железная дорога» (53°42'23.6"N, 23°49'54.7"E). Объем выборки составил 178 экземпляров.

Результаты исследований и их обсуждение. При обработке материалов 2021–2022 гг. нами было выявлено большое фенетическое разнообразие у *Serapea nemoralis*. Анализ спектра изменчивости окраски раковин *Serapea nemoralis* показал, что во всех исследуемых выборках представлены раковины только розового и желтого цвета, коричневый отсутствовал (таблица 1).

Таблица 1 – Частоты вариантов окраски раковины *Seraea nemoralis* (%)

Варианты окраски	ПП 1 «Швейцарская долина»	ПП 2 «Улица Рейманта»	ПП 3 «Лесопарк Румлево»	ПП 4 «Железная дорога»
	(N=42)	(N=46)	(N=45)	(N=45)
Розовая	66,60	65,21	55,60	40,00
Желтая	33,30	34,78	44,40	60,00
Коричневая	–	–	–	–

Пробная площадь «Швейцарская долина» характеризуется наличием двух вариантов окраски раковины – розовой с частотой встречаемости 66,60 % и желтой с частотой встречаемости 33,30 %. Аналогичная ситуация наблюдается и на ПП 2, где были обнаружены моллюски с двумя вариантами окраски. Как и в первом случае, отмечается преобладание ~ в 2 раза розовых (65,21%) фенотипов над желтыми (34,78 %). ПП 3 также характеризуется наличием двух вариантов окраски раковины – розовой с частотой встречаемости 55,6 % и желтой – с 44,4 %, однако преобладание всего в 1,25 раза. На ПП 4 наблюдается обратная тенденция с преобладанием жёлтых (60 %) фенотипов над розовыми (40 %).

По наличию полос выявлены исключительно полосатые раковины. По количеству полос: однополосные, двухполосные, трехполосные и пятиполосные моллюски. В таблице 2 представлены варианты сочетания полос в рисунке раковины *Seraea nemoralis* на исследуемых ПП. По сочетанию полос в рисунке раковины выделено 7 фенотипов по методике Н.В. Сверловой [5].

Таблица 2 – Выделенные варианты сочетания полос на раковине *Seraea nemoralis*

№ фенотипа	Формула	Описание фенотипа
1	00300	Наличие третьей полосы
2	12300	Наличие первых трех полос
3	(12)000	Слияние первых двух полос и отсутствие оставшихся
4	(12)345	Слияние первых двух полос и наличие оставшихся
5	(12)300	Слияние первых двух полос и наличие третьей
6	12345	Наличие всех пяти полос
7	(123)00	Слияние первых трех полос и отсутствие оставшихся

Анализ спектра изменчивости сочетания полос на раковине *Seraea nemoralis* показал, что доминирующим в выборках из биотопов ПП 2 (50,0%), ПП 3 (40,0%) и ПП 4 (42,2%) был вариант 00300 с наличием третьей

полосы. В биотопе ПП 1 доминирующим фенотипом оказался 12300 и составил 47,62% от общего числа других фенотипов, представленных на данной территории (таблица 3).

Таблица 3 – Варианты сочетания полос в рисунке раковины *Seraea nemoralis*, %

Фенокомплексы	ПП 1 «Швейцарская долина»	ПП 2 «Улица Рейманта»	ПП 3 «Лесопарк Румлево»	ПП 4 «Железная дорога»
	(N=42)	(N=46)	(N=45)	(N=45)
00300	35,71	50,00	40,00	42,20
12300	47,62	28,26	33,30	26,60
(12)000	–	2,17	–	–
(12)345	9,52	4,34	–	13,30
(12)300	7,14	6,52	17,70	8,88
12345	–	–	8,88	6,66
(123)00	–	–	–	2,22

Наименьшая частота встречаемости фенотипа была характерна для (12)000, который встретился в единичной экземпляре на ПП 2 и (123)00, который также был собран в единичном экземпляре на ПП 4.

Меньшим разнообразием фенотипов отличалась выборка из биотопов ПП 1 и ПП 3, в которых их было обнаружено и определено 4. Наибольшим разнообразием фенотипов отличалась выборка из биотопа ПП 4 с показателем в 6 уникальных фенотипов и ПП 2 с пятью уникальными фенотипами.

При анализе фенотипической структуры выборок из популяций *Seraea nemoralis* выявлено преобладание в большинстве исследуемых выборок моллюсков с розовыми раковинами с числом полос (00300).

Заключение. По сочетанию полос в рисунке раковины лесной улитки (*Seraea nemoralis* Linnaeus, 1758) выделено 7 фенотипов. Согласно анализу спектра изменчивости окраски раковин, во всех исследуемых выборках представлены раковины розового и желтого цвета. По наличию полос выявлены исключительно полосатые. Анализ спектра изменчивости сочетания полос на раковине *Seraea nemoralis* показал, что доминирующим в 3 выборках оказался вариант 00300.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фауна Беларуси: наземные моллюски. Видовой список наземных моллюсков Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://konstantinz.byethost32.com/other_literature.htm?i=1 – Дата доступа: 15.10.2023.

2. Gural-Sverlova, N. Introduced land snail *Cepaea nemoralis* (Gastropoda: Helicidae) in Eastern Europe: spreading history and the shell colouration variability / N. Gural-Sverlova, R. Egorov, O. Kruglova, N. Kovalevich, R. Gural. – *Malacologica Bohemoslovaca*, 2021. – Vol. 20. – P. 75–91.

3. Ковалевич, Н. Ф. Сезонная изменчивость меланизированной окраски раковины *Cepaea nemoralis* L. из различных местообитаний г. Бреста / Н. Ф. Ковалевич // Проблемы устойчивого развития регионов Республики Беларусь и сопредельных стран: сборник науч. ст. Международной научно-практ. интернет-конф., г. Могилев, 15 марта – 15 апр. 2019 г. / [под ред. И. Н. Шаруха, А. В. Клебанова]. – Могилев : МГУ имени А. А. Кулешова, 2019. – С. 47–49.

4. Шалапенок, Е. С. Руководство к летней учебной практике по зоологии беспозвоночных / Е. С. Шалапенок, Т. С. Залеская. – Минск : Высшая школа, 1988. – 65 с.

5. Сверлова, Н. В. Особенности фенетической структуры интродуцированных популяций *Cepaea nemoralis* / Н. В. Сверлова // Фальцфейнівські читання: Зб. наук. праць. – Херсон: ПП Вишемирський, 2007. – С. 287–292.

К содержанию

БИОИНДИКАЦИЯ И БИОТЕСТИРОВАНИЕ

УДК 628.477

**И. В. БУЛЬСКАЯ¹, А. П. КОЛБАС^{2,3}, А. Г. ГАВРИЛОВЕЦ¹,
В. С. НЕСТЕРУК¹**

¹Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

²Брест, ПАЭИ НАН Беларуси

³Беларусь, Минск, Институт природопользования НАН Беларуси

ПРИМЕНЕНИЕ ЗОЛЫ В КАЧЕСТВЕ ПИТАТЕЛЬНОЙ ПОЧВЕННОЙ ДОБАВКИ

Введение. Местные виды топлива и возобновляемые ресурсы, из которых значительная часть приходится на древесное топливо и растительную биомассу, играют важную роль в обеспечении энергетической безопасности Республики Беларусь [1]. Побочным продуктом переработки древесного топлива является зола и золошлаковые материалы. Минеральный состав золы зависит от целого ряда факторов, таких как: вид растения, его жизненная форма, условия произрастания, геохимический фон, доступность элементов питания, технологические особенности озоления и др. [2]. В то же время золоотвалы могут быть потенциальными источниками загрязнения окружающей среды [3]. Анализ отечественного и зарубежного опыта показывает, что золу и золошлаковые материалы можно использовать в различных отраслях народного хозяйства, в частности, в сельском хозяйстве [4–5]. Способы применения золы в качестве удобрения также зависят от ряда условий: потребностей и лимитов растений, первоначального микрохимического состава и кислотности почвы [5]. Преимуществами применения золы являются увеличение рН для кислых почв, возмещение запаса минеральных веществ, потребленных растениями (в том числе NPK до определенной степени), увеличение доступности для растений нутриентов и улучшение их роста [2].

Целью данной работы является анализа взаимосвязи морфометрических показателей, полученных в вегетационном лабораторном опыте и химического анализа выноса некоторых элементов.

Материалы и методы. Почвенные смеси формировались после тщательного перемешивания незагрязненных контрольных почв (отдел Агробиология Центра экологии БрГУ имени А.С. Пушкина) с золой котельных, работающих на местных видах топлива, в соответствии с фитотоксичным порогом, выявленным ранее. Одновременно готовили варианты с торфом (торф фрезерный верховой «Янтарь Полесья» – рН 3,0–4,5, производитель ОАО «Торфопредприятие Глинка», РБ). Через 5 дней вносили комплексное минеральное

удобрение – аммофоску (NPK) (таблица 1). В качестве тест-объекта была выбрана кукуруза (*Zea mays* L.), с учетом ее высокой скорости роста и индикативности. Для проведения анализа по 10 семян высевали в каждый горшок в четырехкратной повторности по стандартной методике. Горшки расставлялись в случайном порядке и поливались водопроводной водой. Растения были собраны через три недели на стадии двух-трех настоящих листьев. Побеги и корни были промыты и измерены. После высушивания был определен сухой вес растений, содержание химических элементов в корнях и побегах.

Таблица 1 – Состав почвенных смесей и кодировка

№	Код 1	Код 2	Состав смеси (массовые проценты)
1	К	11	Контроль
2	T10	12	Торф (10 %)
3	NPK	13	Аммофоска (1 %)
4	T10+NPK	14	Торф (10 %) и Аммофоска (1%)
5	З	15	Зола (10 %)
6	З+T10	16	Зола (10 %) и Торф (10 %)
7	З+T20	17	Зола (10 %) и Торф (20 %)
8	З+NPK	18	Зола (10 %) и Аммофоска (1 %)
9	З+T10+NPK	19	Зола (10 %), Торф (10 %) и Аммофоска (1 %)
10	К+NPK0,5	110	Аммофоска (0,5 %)
11	T10+ NPK0,5	111	Торф (10 %) и Аммофоска (0,5 %)
12	З+NPK0,5	112	Зола (10 %) и Аммофоска (0,5 %)
13	З+T10+NPK0,5	113	Зола (10 %), Торф (10 %) и Аммофоска (0,5 %)

Статистическую обработку результатов проводили с использованием программ Microsoft Excel и R версия 3.5.3 (Foundation for Statistical Computing, Вена, Австрия). Уровень достоверности был $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение. На рисунке 1 показаны результаты оценки морфометрических параметров в лабораторном вегетационном опыте. Как видно из приведенных на рисунке данных, зола может оказывать положительный эффект на рост кукурузы в случае совместного применения ее с торфом. Более выраженный эффект наблюдается для массы растений. Увеличение массы корня в вариантах З+T10 и З+T20 при снижении длины корня можно объяснить увеличением количества придаточных корней.

Статистический анализ показал, что все варианты опыта с применением золы с достаточной степенью вероятности коррелируют с выносом корнем и стеблем кукурузы калия. Вынос кальция как корнем, так и стеблем, а также цинка корнем кукурузы в некоторой степени коррелирует с контрольным опытом и применение других питательных добавок, таких как минеральные удобрения и торф. Совместное применение торфа с минеральными удобрениями коррелирует с выносом побегом таких элементов, как фосфор, магний и цинк. Для варианта опыта З+T10+NPK0,5 достаточно ярко выражена корреляция с выносом натрия стеблем.

На основе полученных данных можно заключить, что зола может быть успешно использована для восполнения дефицита некоторых минеральных компонентов, в первую очередь калия, содержание которого в золе достаточно высоко.

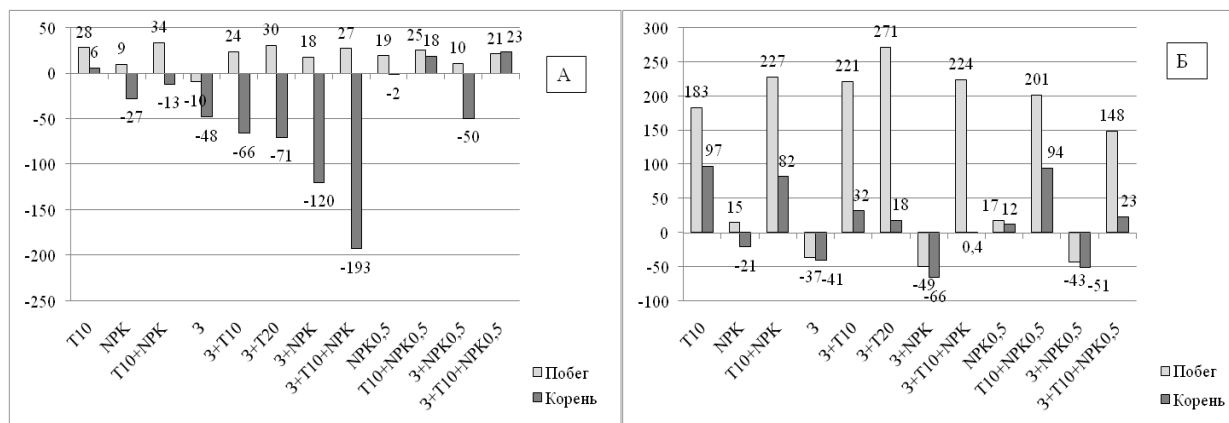


Рисунок 1 – Оценка влияния удобрений на основе золы, торфа и аммофоски на длины (А) и массы (Б) вегетативных органов кукурузы в лабораторных условиях (в % к контролю).

Работа выполнена в рамках проекта БРФФИ-БРЕСТ № X22Б-009/С «Оценка свойств золы, получаемой на объектах биоэнергетики Брестской области, и разработка рекомендаций по ее использованию в народном хозяйстве».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мясникович, М. В. Управление системой обеспечения экономической безопасности / М. В. Мясникович, С. С. Полоник, В. В. Пузииков. – Минск: Право и экономика, 2006. – 380 с.
2. Sarkar, V. Biochar from Biomass: A Review on Biochar Preparation Its Modification and Impact on Soil Including Soil Microbiology / V. Sarkar [et al.] // Geomicrobiology, Volume 39, Issue 3–5: Microorganisms in Mining & Industrial Waste Management – 2022. – P. 373–388.
3. Хомич, В.С. Золоотвалы ТЭЦ как потенциальные источники загрязнения окружающей среды / В.С. Хомич, Д.Ю. Городецкий, Е.П. Овчарова, В.С. Рыжиков, С.В. Савченко, Г.М. Бокая, П.В. Курман // Сб. науч. тр. / Нац. академия наук Беларуси, Государственное научное учреждение «Институт природопользования». – Минск, 2012. – Вып. 21. – С. 124–135.
4. Родькин, О.И. Перспективы использования золы древесины ивы и соломы в растениеводстве / О.И. Родькин, И.В. Сай, С.К. Пронько // Экологический вестник. – 2013. – № 2 (24). – С. 84–90.
5. Палеев, П. Л. Использование золошлаковых отходов в сельском хозяйстве / П. Л. Палеев, Л. И. Худякова // XXI Век. Техносферная Безопасность, 6(4). – 2021. – P. 348–356.

К содержанию

В. В. ВЕЖНОВЕЦ

Минск, ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам»

ПРИМЕНЕНИЕ СООБЩЕСТВА ЗООПЛАНКТОНА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТРОФИЧЕСКОГО СТАТУСА ОЗЕРНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Определение экологического состояния водоемов проводится двумя основными способами: по сапробиологическим показателям и уровню трофии (трофности). Ранее разработанные эколого-токсикологические подходы [1] не получили дальнейшего развития.

При оценке трофического состояния поверхностных вод в практике экологического мониторинга используется более 50 различных показателей и признаков трофности. Однако, численные значения этих показателей могут значительно изменяться в пределах одного и того же уровня трофности. Считается, что адекватную оценку трофического статуса экосистемы возможно дать лишь по совокупности нескольких признаков или характеристик [2].

Применение зоопланктона и, в частности, ракообразных для оценки трофности исходит из предположений некоторых авторов, что увеличение трофического состояния вызывает: (1) увеличение общей численности ракообразных; (2) увеличение общей биомассы Cyclopoida; (3) увеличение вклада биомассы Cyclopidae в общую биомассу ракообразных; (4) увеличение соотношения биомассы Cyclopoida к биомассе Cladocera; (5) уменьшение средней массы тела ракообразных; (6) увеличение соотношения численности Cladocera к численности Calanoida; (7) увеличение соотношения численности Cyclopoida к численности Calanoida; (8) увеличение доминирования видов, свидетельствующих о высоком уровне трофности [3]. В сообществе зоопланктона при изменении уровня трофии происходят изменения таксономической структуры, размерных характеристик, количественных показателей, трофической структуры, характера и скорости продукционно-деструкционных процессов. Рассмотреть все эти соотношения в рамках этой работы невозможно, поэтому остановимся на самых распространенных способах оценки трофического состояния озерных экосистем.

Анализ связи количества видов с трофностью и предполагаемое снижение числа таксономических единиц с ростом трофии установлено рядом авторов [4]. Однако, И.Н. Андроникова [5] показывает широкий диапазон изменений в анализируемых озерах и близкие средние значения в олиго-

(46), мезо- (51) и эвтрофных (58) водоемах, и только явное снижение в дистрофных озерах (15 видов). Малая разница между олиготрофными и эвтрофными озерами затрудняет использование этого показателя.

По показателям изменения видового состава выделены списки видов, характерные для олиготрофных, эвтрофных, полигумозных и кислотных вод [5]. Приуроченность видов к водам разной трофности применили для расчетов соотношения этих видов E/O [5] и коэффициента трофии E , с использованием формулы [7]:

$$E = R(x+1)/(A+V)(y+1), \text{ где}$$

K – число видов коловраток, A – копепода, V – кладоцера, x – число мезо-эвтрофных видов, y – число олиго-мезотрофных видов.

Кроме того, по коловраткам было предложено отношение числа видов родов *Brachionus* к *Trichocerca* ($Q_{B/T}$) (Sladeček, 1983) [8].

Итоговая таблица этих соотношений и их численные значения для озер разного типа приводятся в таблице 1.

Таблица 1 – Определение трофического статуса озер по соотношению видов-индикаторов зоопланктона [9]

Тип озера	E/O	E	$Q_{B/T}$
Олиготрофный	<0,5	<0,2	<1,0
Мезотрофный	0,5-1,5	0,2-1,0	1,0-2,0
Эвтрофный	1,0-5,0	1,0-4,0	2,0
Гипертрофный	>5,0	>4,0	-

Применение первых двух показателей требует определение до вида всех представителей зоопланктона. Кроме этого, в составе всегда есть эврибионтные виды или с неопределенным трофическим предпочтением. Указанное затрудняет их использование. В пелагическом планктоне, который обычно используется при расчетах, редко присутствуют коловратки рода *Trichocerca*, поэтому соотношение $Q_{B/T}$ в таких случаях не всегда возможно применить.

Соотношение численности и биомассы основных групп по разным авторам значительно отличаются. Так по И.Н. Андрониковой [9] (таблица 2), относительная численность коловраток мало отличается в олиго- и мезотрофных озерах, при большом количестве анализируемых озер. В тоже время относительная численность ветвистоусых ракообразных растет от олиго- к мезотрофным озерам в два раза больше, чем от мезо- в эвтрофным. Наиболее четкие результаты снижения относительной численности с ростом трофии наблюдаются в группе веслоногих раков (копепод).

В биомассе также разница у коловраток между первыми двумя уровнями трофности незначительна и только в эвтрофных озерах растет почти в

два раза. Наибольшая разница в группе ракообразных наблюдается между мезотрофными и эвтрофными озерами с ростом у кладоцера и снижением у копепода.

Таблица 2 – Соотношение численности и биомассы (%) основных групп зоопланктона в озерах разной трофности [9]

Группа	Численность			Биомасса		
	олиго	мезо	эвтр	олиго	мезо	эвтр
Коловратки	32 (17–47)	30 (6–58)	46 (13–85)	7 (1–20)	8 (1–33)	13 (5–49)
Кладоцера	38 (7–62)	47 (21–69)	52 (39–74)	26 (2–50)	32 (9–63)	48 (28–76)
Копепода	58 (35–74)	43 (17–81)	35 (14–48)	45 (20–79)	40 (20–6)	27 (11–45)
Число озер	128	120	133	78	80	88

Примечание – в скобках диапазон изменений

Однако, согласно Н. М. Крючковой [10] средние относительные величины численности значительно отличаются от приведённых выше при малом количестве озер (таблица 3). Значения относительной численности коловраток только в мезотрофных озерах близки в таблицах 2 и 3. Доля кладоцера и копепода из этих двух таблиц в озерах разной степени трофии отличаются значительно, что показывает несовершенство этих градаций и необходимость дальнейших исследований в этом направлении. Учитывая слабую степень унификации гидробиологических методов, следует ожидать, что при одинаковых методах сбора, обработки и представления исходного материала, представленные способы будут более реально и точно отражать степень трофии изучаемых водоемов.

Таблица 3 - Относительная численность основных систематических групп зоопланктона в озерах разного типа (за вегетационный сезон) [10]

Тип водоема	Число водоемов	Доля в общей численности, %		
		Copepoda	Cladocera	Rotifera
Олиготрофный	2	74,5±5,1	7,5±6,0	18,0±7,6
Мезотрофный	11	53,2±8,8	21,2±7,2	25,6±10,2
Высокоэвтрофный	6	30,3±7,7	49,7±7,7	20,0±9,5
Политрофный	48	6,0±6,5	6,7±3,3	87,3±9,5

Многими авторами указывается снижение массы средней особи в ряду озер с повышением степени трофности, которая считается закономерностью. Так разница средней массы организма между олиготрофными и эвтрофными озерами при расчетах И.Н. Андрониковой [9] составила 3,3 раза,

при абсолютных величинах 0,0185 для олиготрофных озер и 0,0056 мг сырого веса. Согласно Н.М. Крючковой (1987) [10] эти цифры несколько иные: олиготрофные озера – $0,250 \pm 0,100$, мезотрофные – $0,0178 \pm 0,0071$, высокоотрофные – $0,0155 \pm 0,0047$ и политрофные – $0,00494 \pm 0,00024$.

Таким образом, из многочисленных источников по применению сообщества зоопланктона для оценки трофности и последующего использования для мониторинговых целей показана большая изменчивость применяемых величин. Эти различия, прежде всего, вызваны использованием разного числа исследованных озер и их географической принадлежностью. Немаловажным фактором могут быть и разные способы сбора полевого исходного материала, а также сроки исследований.

Работа выполнена при поддержке БРФФИ, проект № Б23МС-001.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брагинский, Л. П. Некоторые принципы классификации пресноводных экосистем по уровням токсической загрязненности / Л. П. Брагинский // Гидробиологический журнал. – 1985. – том 21, № 6. – С. 65–74.
2. Неверова-Дзиопак, Е. Оценка трофического состояния поверхностных вод : монография / Е. Неверова-Дзиопак, Л. И. Цветкова ; СПбГАСУ. – СПб. : 2020. – 176 с.
3. Ejsmont-Karabin, J. The suitability of zooplankton as lake ecosystem indicators: Crustacean trophic state index / J. Ejsmont-Karabin, A. Karabin // Polish Journal of Ecology. – 2013. – 61(3). – P. 561–573.
4. Pijanowska, J. Zooplankton communities in nine Masurian lakes / J. Pi-janowska // Ekol. pol. – 1980. – Vol. 28, N 3. – P. 451–465.
5. Андроникова, И. Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем разного трофического типа / Андроникова И.Н. – СПб. : Наука, 1996. – 189 с.
6. Nakkari, L. Zooplankton species as indicators of environment // Aqua fenn. – 1972. – P. 46–54.
7. Мяэметс, А. Х. Качественный состав пелагического зоопланктона как показатель трофности озера / Тез. докл. 20-й науч. конф. по изучению водоемов Прибалтики и Белоруссии, Рига. – 1979. – С.12–15.
8. Sladeček, V. Rotifer as indicators of water quality // Hydrobiologia. – 1983. – Vol.100, N 2. – P. 169–201.
9. Андроникова, И. Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем разного трофического типа. Автореф. дисс. докт. биол. наук. Л. 1989. –39с.
10. Крючков, Н. М. Структура сообществ зоопланктона в водоемах разного типа // Труды ЗИН. – 1987. – Т. 165. – С. 184–198.

К содержанию

С. Э. КАРОЗА

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СТЕПЕНИ ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ АСИММЕТРИИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ГИБРИДОГЕННОГО КОМПЛЕКСА RANA ИЗ ОТДЕЛЬНЫХ ВОДОЕМОВ Г. БРЕСТА КАК ПОКАЗАТЕЛЯ ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

На урбанизированных территориях экологическая ситуация является не всегда благоприятной, что связано с нарастающим антропогенным давлением, обусловленным развитием промышленности и ростом городского населения. Это касается и Беларуси, где в крупных и средних городах, несмотря на принимаемые меры, экологическая обстановка остается сравнительно неблагоприятной. Значимый вклад в загрязнение среды вносит и катастрофический рост количества автотранспорта, оказывающего отрицательное воздействие на все организмы городских и пригородных экосистем. Но степень воздействия экологических факторов определяется климатом, геологическими особенностями территории, ландшафтом, степенью хозяйственной освоенности территорий и другими, часто трудно учитываемыми факторами [1]. Поэтому необходим постоянный мониторинг состояния как экосистем в целом, так и их отдельных элементов. При этом в качестве дополнения к физико-химическим методам анализа, не позволяющим полностью адекватно охарактеризовать состояние экосистемы, можно использовать методы биологического контроля, повышающие степень объективности оценки состояния сообществ и отдельных популяций. К таким методам относится оценка состояния среды по степени флуктуирующей асимметрии билатерально симметричных (в идеале) организмов [2]. Как модельные объекты для этих целей обычно выбирают наиболее доступные и массовые объекты, особенно растения. Но биомониторинг только с использованием флоры не дает полного представления о состоянии биоценоза, поэтому для реальной оценки экологической ситуации надо использовать и представителей животного мира.

Из позвоночных животных обычно используют мышевидных грызунов, некоторые виды рыб и земноводных. Актуальным направлением является контроль качества среды с использованием земноводных, но в РБ оно до 2010 г. практически не развивалось. В XX в. биомониторинг с помощью анализа степени флуктуирующей асимметрии лягушек проводился в Беларуси только однократно [3]. Но исследования такого плана осуществлялись как в России, так и в соседней с Беларусью Украине [4, 5].

Целью нашей работы является сравнение результатов наших исследований экологического состояния отдельных водоемов г. Бреста по степени флуктуирующей асимметрии представителей гибридного комплекса *Rana* 2022–23 гг. и 2012–14 гг. В исследованиях мы использовали всю группу зеленых лягушек, так как существующая методика оценки стабильности развития позволяет не разделять гибридный комплекс *Rana* на отдельные виды. Поэтому проводили отлов всех видов лягушек этого комплекса: *Rana esculenta*, *Rana ridibunda* и *Rana lessonae* [6]. Среднюю частоту асимметричного проявления на признак рассчитывали как среднее арифметическое количества асимметричных признаков у каждой особи, деленное на общее количество всех признаков.

В 2022–23 гг. мы обследовали 4 модельных водоема, 2 из которых были обследованы в г. Бресте в 2012–2014 гг.: 1 – Гребной канал г. Бреста; 2 – р. Мухавец в районе Брестской крепости; 3 – искусственный водоём в районе Красного двора; 4 – Белое озеро. В 2012–13 гг. исследования проводились на 3 модельных водоемах, отличающихся по гидрологическому режиму и степени антропогенной нагрузки: Гребной канал г. Бреста; река Мухавец в районе Брестской крепости; биопруды очистных сооружений г. Бреста. В 2014 г. добавили о. Вычулки и водоем в районе Красного двора.

По итогам исследования, средняя частота асимметричного проявления на признак имела следующие значения: за 2022 г.: Брестская крепость – 0,48; Гребной канал – 0,49, Красный Двор – 0,55, Белое Озеро – 0,54; за 2023 г.: Брестская крепость – 0,51; Гребной канал – 0,5, Красный Двор – 0,53, Белое Озеро – 0,51 (таблица 1).

Таблица 1 – Характеристика состояния некоторых водоемов г. Бреста

Выборка	Средняя частота асимметричного проявления на признак (ЧАП)				Балл
	2012–13 гг.	2014 г.	2022 г.	2023 г.	
Биопруды очистных сооружений	0,57 ± 0,05	–	–	–	III
р. Мухавец (Брестская крепость)	0,51 ± 0,06	0,50 ± 0,06	0,48 ± 0,04	0,51 ± 0,05	II
Район Гребного канала	0,52 ± 0,07	0,51 ± 0,04	0,49 ± 0,03	0,50 ± 0,05	II
Пруд Вычулки	–	0,52 ± 0,05	–	–	II
Водоем в районе Красного двора	–	0,54 ± 0,07	0,55 ± 0,07	0,53 ± 0,06	II
Белое озеро			0,54 ± 0,07	0,51 ± 0,04	II

Анализ степени флуктуирующей асимметрии показал, что для всех выборок, несмотря на определенные количественные различия, была харак-

терна II группа стабильности, что свидетельствует о начальных (незначительных) отклонениях среды от нормы. При этом значение показателя в выборке из района Красного двора находится почти на границе между II и III баллом стабильности развития, а показатели из района Брестской крепости и Гребного канала – ближе к I баллу.

В 2012–2013 гг. этот показатель для выборки лягушек из района Брестской крепости составлял 0,51, а в 2014 г. – 0,50. Аналогично для выборки из района Гребного канала были получены значения 0,52 и 0,51 соответственно [7–9]. И только в выборке 2012–13 гг. из района биопрудов очистных сооружений этот показатель был наиболее высоким – 0,57, что соответствует III баллу стабильности развития. Это вполне объяснимо, и в дальнейших исследованиях этот район задействован не был. Что касается водоема в районе Красного двора, то в 2014 г. средняя частота асимметричного проявления на признак в этом биотопе равнялась 0,54.

В России II степень стабильности развития, по данным более ранних исследований, была характерна для выборки из района водоема Озеро в пойме р. Свапа, а для выборки из района Воронежского водохранилища (Воронежский государственный биосферный заповедник) была характерна III степень стабильности развития [9, 10]. В бассейне р. Стыр в пределах Заречненского района Ровенской области Украины средняя частота асимметричного проявления на признак для трех видов лягушек составляла 0,52 и колебалась от 0,51 до 0,54, что достаточно близко к нашим данным. Но 6 разных видов рыб в том же водоеме проявили сильно различающуюся степень чувствительности к экологическому состоянию среды [7].

Анализ вклада показателей отдельных признаков в среднюю частоту асимметричного проявления на признак показал, что в разных выборках максимальной изменчивостью характеризуются различные признаки. Так, в выборке из района Гребного канала наибольшая изменчивость в 2022 г. была характерна для признака 1 (число полос на бедре) и 3 (число полос на голени), а в 2023 г. признак 3 был наименее изменчив. В районе р. Мухавец в оба года наиболее изменчив был также признак 3, а в районах Белого озера и Красного двора – признак 2 (число пятен на бедре). Аналогичные результаты были получены и для признаков с минимальной изменчивостью. Но во всех случаях, в том числе и в 2012–14 гг. это были рисуночные вариаций задних конечностей. Возможно, такие различия обусловлены разной генетической детерминированностью их проявления.

Сравнение результатов исследований разных лет показало, что экологическая ситуация в водоемах г. Бреста за 10 лет не ухудшилась, и они являются вполне благоприятными для обитания лягушек. Наиболее неблагоприятными, но не выходящими за рамки II балла стабильности развития, являются районы водоемов с максимальной рекреационной нагрузкой.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каплин, В. Г. Биоиндикация состояния экосистем / В. Г. Каплин. – Самара : Самарская ГСХА, 2001. – 143 с.
2. Захаров, В. М. Здоровье среды: концепция / В. М. Захаров. – М. : Центр экологической политики России, 2000. – 30 с.
3. Климец, Е. П. Фенетика некоторых видов беспозвоночных юго-западной части Беларуси / Е. П. Климец, А. Ф. Иванькова, С. Э. Кароза // Веснік Брэсцкага ун-та. – 2001. – № 6. – С. 71–80.
4. Флуктуирующая асимметрия и случайная фенотипическая изменчивость в популяционных исследованиях: история, достижения, проблемы, перспективы / Д.Л. Лайус [и др.] // Вестник Санкт-Петербургского университета. – 2009. – № 3. – С. 98–176.
5. Бедункова, О. О. Флуктуирующая асимметрия биоты как показатель «здоровья» экосистемы бассейна реки Стыр в пределах украинской части водосбора / О. О. Бедункова // Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов : матер. III Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 110-летию со дня рождения академика Н. В. Смольского, 7–9 окт. 2015 г., Минск, Беларусь. В 2 ч. – Ч. 1 / Нац. акад. наук Беларуси [и др.] ; редкол.: В. В. Титок [и др.]. – Минск : Конфидо, 2015. – С. 40–44.
6. Захаров, В. М., Здоровье среды: методика оценки / В. М. Захаров, А. С. Баранов. – М. : Центр экологической политики России, 2000. – 68 с.
7. Кароза, С. Э. Биомониторинг некоторых водоемов г. Бреста по степени флуктуирующей асимметрии лягушек рода *Rana* / С. Э. Кароза, А. С. Шпаковская // Мониторинг окружающей среды : сб. матер. II Междунар. науч.-практ. конф., Брест, 25–27 сентября 2013 г. : в 2 ч. / Брест. гос. ун-т имени А.С. Пушкина ; редкол. : И. В. Абрамова [и др.]. – Брест : БрГУ, 2013. – Ч. 2. – С. 40–41.
8. Кароза, С. Э. Оценка антропогенного влияния на водоемы г. Бреста по степени флуктуирующей асимметрии бесхвостых земноводных / С. Э. Кароза // Экологическая культура и охрана окружающей среды: II Дорофеевские чтения : материалы междунар. науч.-практ. конф., Витебск, 29–30 нояб. 2016 г. / Витебский гос. ун-т им. П.М. Машерова ; редкол.: И. М. Прищепа (отв. ред.) [и др.]. – Витебск : ВГУ им. П.М. Машерова, 2016. – С. 192–194.
9. Захаров, В. М. Здоровье среды: практика оценки / В.М. Захаров. – М. : Центр экологическ. политики России, 2000. – 320 с.
10. Захаров, В. М. Мониторинг здоровья среды на охраняемых природных территориях / В. М. Захаров, А. Т. Чубинишвили: – М. : Центр экологической политики России, 2001. – 78 с.

К содержанию

Н. Ф. КОВАЛЕВИЧ

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ТРЕХ РАЙОНОВ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ ПРИ ПОМОЩИ ТЕСТ-ОБЪЕКТА КЛЕВЕРА ПОЛЗУЧЕГО (*TRIFOLIUM REPENS* L.)

Одним из методов биоиндикации является оценка степени реализации фенотипического разнообразия, которое служит индикатором уровня благоприятствования условий среды. Удобным объектом для мониторинга окружающей среды является клевер ползучий *Trifolium repens* L., который используется в качестве биоиндикатора загрязнения воздуха и почв, позволяющего оценить степень антропогенной нагрузки [1, с. 73.]. Клевер ползучий является синантропным видом, повсеместно распространенным на территории Республики Беларусь. Он отвечает многим требованиям биологического индикатора: является типичным растением во флоре местообитаний, связанных с человеком, имеет высокую численность в исследуемых биоценозах, произрастает на одной территории многие годы, находится в условиях, удобных для отбора проб, в течение вегетативного сезона быстро проходит смену фенофаз [2, с. 14]. В качестве фенотипического биоиндикатора используется признак наличия и формы «седого» пятна на сложных листьях *Trifolium repens* L., по разнообразию которого можно оценить степень антропогенной нагрузки на территории.

Цель исследования: оценить состояние окружающей среды трех районов Брестской области при помощи тест-объекта клевера ползучего (*Trifolium repens* L.).

Материалом исследования являются сложные листья *Trifolium repens* L., предметом исследования – генетический полиморфизм по разнообразию рисунка «седого» пятна на листьях клевера ползучего. Признак «седое» пятно на листьях клевера ползучего генетически детерминирован, его наличие определяется доминантным геном V, отсутствие – рецессивным геном v. Форма пятна зависит от серии множественных аллелей по гену V. Дж. Л. Брюбейкер насчитывает более 11 аллелей этого гена, в результате взаимодействия которых в компаунде наблюдается доминирование одной из аллелей, чаще – кодоминирование, приводящее к возникновению новых рисунков пятна [3, с. 78]. Сбор материала для исследования проводился летом 2021 г. в 5-и пунктах: г. Брест, ул. Орджоникидзе; г. Брест, ул. Набережная Франциска Скорины; г. Брест, сквер Иконникова; Брестская область, Жабинковский район, аг. Ленинский; Брестская область, Дрогичинский район, аг. Бездеж, ул. Лесная. Размер выборки в каждой точке составил 100

листьев. Растения, с которых проводили сбор листьев, располагались на расстоянии 1 м друг от друга. Чтобы листья были генетически разнородными, с каждого растения брали один лист, т. к. куртина может быть клоном, т. е. потомством одного вегетативно размноженного растения. Форму «седого» пятна определяли, пользуясь методом Дж. Л. Брюбейкера [3, с. 78–79].

Результаты сравнительного анализа генотипического полиморфизма по признаку «седого» пятна на листьях у *Trifolium repens* L. из трех районов Брестской области представлены на рисунке 1.

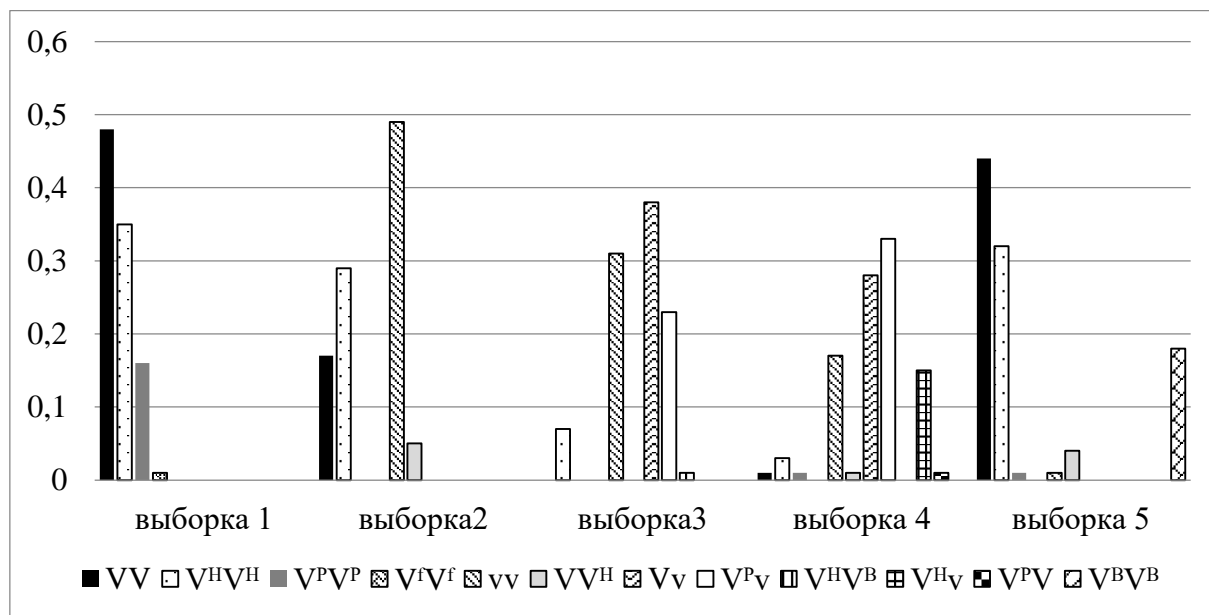


Рисунок 1 – Генотипический полиморфизм по признаку «седого» пятна на листьях у *Trifolium repens* L. из трех районов Брестской области

Сравнение фенотипического состава и частот встречаемости отдельных генотипов *Trifolium repens* L. по признаку «седого» пятна выборок г. Бреста, аг. Ленинский и аг. Бездеж позволило установить статистически значимые (при $P < 0,01$) различия. Генотип V^HV^H встречается с разной частотой во всех изученных популяциях. Генотип VV не обнаружен только в выборке 3 г. Бреста, vv – в выборке 1 г. Бреста. Генотип vv является обычным для природных популяций. Генотип V^PV^P с низкой частотой выявлен в выборках аг. Ленинский и аг. Бездеж, с частотой, на порядок выше, обнаружен в выборке 1 г. Бреста. Редким генотипом в популяциях аг. Ленинский, аг. Бездеж и выборки 2 г. Бреста является VV^H. Генотипы Vv и V^Pv встречаются с высокой частотой в популяциях аг. Ленинский и выборки 3 г. Бреста. Генотипы V^Hv и V^Pv обнаружены только в популяции аг. Ленинский, V^BV^B со средней частотой – в популяции аг. Бездеж, редкие генотипы V^FV^F – в

популяции района ул. Орджоникидзе г. Бреста, $V^H V^B$ – в популяции района сквера Иконникова г. Бреста.

Генотипическая структура *Trifolium repens* L. по признаку «седого» пятна из популяций г. Бреста характеризуется однородностью и низкой частотой редких фенотипов. Однако качественный состав генотипов в этих популяциях различен, и эти различия являются статистически достоверными при $P < 0,01$. Общим для всех этих популяций является генотип $V^H V^H$, частота которого в выборках 1 и 2 сходна, но меньше в выборке 3. В выборке 1 отсутствует генотип vv (без пятна), она является самой молодой, в выборках 2 и 3 он составляет значительную долю от общего количества. Такая однородность в структуре согласуется с данными украинских исследователей [4, с. 94–95] и данными Н. В. Шарыгиной, которая объясняет различия внутри- и межпопуляционной изменчивости действием различных микроклиматических факторов и разной антропогенной нагрузкой [5, с. 107].

Выборки из аг. Ленинский (выборка 4) и аг. Бездеж (выборка 5) характеризуются гетерогенностью, которая присуща городским популяциям. Качественный состав и частоты генотипов этих популяций различны, причем разница является статистически достоверной при $P < 0,01$. Фенотипический полиморфизм этих двух выборок говорит о молодости данных популяций и антропогенной нагрузке на данные сообщества.

Состояние загрязнения окружающей среды можно оценить с помощью биоиндикатора *Trifolium repens* L. Чем выше уровень загрязнения, тем выше уровень фенотипического разнообразия по признаку «седого» пятна и тем выше частоты генотипов с аллелем V . Для оценки состояния среды по степени загрязнения рассчитывался индекс соотношения фенов (ИСФ), который оценивался по таблице 1.

Таблица 1 – Показатели индекса соотношения фенов [6, с. 40]

Классификация загрязнения среды	Показатель ИСФ, %
Очень чистые	0–30
Чистые	30–45
Загрязненные	45–70
Очень грязные	70–100

Для популяции района ул. Орджоникидзе г. Бреста характерно отсутствие генотипа vv (без пятна), поэтому ИСФ составляет 100 %. Это говорит об очень загрязненных условиях среды в этом районе. Для популяций района ул. Набережной Франциска Скорины и сквера Иконникова г. Бреста ИСФ составляет 51 % и 69 % соответственно, что свидетельствует о загрязнении окружающей среды этих районов. Для популяций аг. Ленинский и аг. Бездеж характерны высокие значения ИСФ: 83 % и 99 % соответственно.

Эти районы являются очень загрязненными, с высокой антропогенной нагрузкой.

Таким образом, генотипическая структура *Trifolium repens* L. по признаку «седого» пятна из популяций г. Бреста характеризуется однородностью и низкой частотой редких фенотипов, а из аг. Ленинский и аг. Бездеж – гетерогенностью. Различия в структуре популяций можно объяснить сочетанием принципа основателя, стабилизирующего отбора на сохранение наиболее приспособленных форм и действием антропогенных факторов. При использовании в качестве биоиндикатора полиморфных маркеров *Trifolium repens* L. для двух районов г. Бреста установлена средняя степень загрязнения, а для одного района г. Бреста, аг. Ленинский и аг. Бездеж характерна сильная степень загрязнения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чукаева, Н. В. Белый клевер в оценке состояния окружающей среды // Естествознание и гуманизм. Сборник научных трудов. – 2010. – Т. 6, № 1. – С. 73.

2. Мелехова, О. П. Биологический контроль окружающей среды : биоиндикация и биотестирование / О. П. Мелехова, Е. И. Егорова, Т. И. Евсеева. – М. : Издательский центр «Академия», 2007. – 288 с.

3. Шварцман, П. Я. Полевая практика по генетике с основами селекции / П. Я. Шварцман. – Москва : Просвещение, 1988. – 111 с.

4. Торяник, В. М. Морфогенетичний поліморфізм *Trifolium repens* L. за малюнком сивої плями на листку на територіях м. Суми з різним антропогенним навантаженням / В. Н. Торяник, Л. П. Міронець. // Фактори експериментальної еволюції організмів. – 2019. – Т. 25. – С. 92–96.

5. Шарыгина, Н. В. Изучение наследственного полиморфизма рисунка седых пятен на листьях растений в популяции *Trifolium repens* / Н. В. Шарыгина. // Экологические проблемы Севера : Межвузовский сборник научных трудов. – Архангельск : изд-во АГТУ, 2010. – Вып. 13. – С. 122–129.

6. Лозинская, О. В. Оценка состояния экологической среды в Республике Беларусь с различной антропогенной нагрузкой по показателям полиморфных маркеров *Trifolium repens* L. / О. В. Лозинская. // Журнал Белорусского государственного университета. Экология. – 2018. – № 3. – С. 34–42.

К содержанию

А. П. КОЛБАС^{1,2}, В. С. НЕСТЕРУК³

¹Брест, Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси

²Минск, Институт природопользования НАН Беларуси

³Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПОЧВЕННЫХ СМЕСЕЙ НА ОСНОВЕ ЗОЛЫ НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ФЕСТУЛОЛИУМА В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

Введение. В настоящее время в топливный баланс все больше вовлекаются древесное топливо и растительная биомасса [1, 2]. В результате работы топочных установок образуется зола, которая в Беларуси относится к третьему классу опасности и на большинстве промышленных объектов подлежит хранению или захоронению [3]. Фитотоксические пороги по отдельным элементам довольно сильно варьируют у различных растений, поэтому для большинства из них золу нужно вносить в хорошо увлажненную почву или после предварительного разбавления органическими субстратами (компост, торф) [4].

Преимуществами при применении золы как почвенной добавки являются увеличение рН для кислых почв, возмещение запаса минеральных веществ, увеличение доступности нутриентов для растений.

Сорбционные свойства золы и углей, полученных из растительной биомассы, способствуют снижению подвижности тяжелых металлов и устойчивых органических загрязнителей в почве, таким образом, уменьшая их доступность для растений и риск попадания в пищевые цепи. Анализ химического состава золы и проведенное ранее биотестирование показали возможность использования почвенных добавок на основе золы для некоторых культур [5].

Целью данной работы было оценить влияние различных почвенных добавок на основе золы, получаемой при сжигании местных видов топлива на региональных объектах энергетики Брестской области, на рост и развитие фестулолиума в полевых условиях.

Материалы и методы. Использовали сорт белорусской селекции *Удзячны*, применяемый как для кормовых, так и для декоративных целей при создании различных типов газонов. Предварительно в лабораторных условиях была определена всхожесть семян, которая составила 95%. Полевой опыт был заложен в отделе «Агробиология» БрГУ имени А.С. Пушкина в 2023 г. В течение нескольких недель производились следующие работы: 1) подготовка участка для культуры; 2) фрезерование участка; 3) парование

участка; 4) химическая прополка ядохимикатами; 5) разбивка участка на квадраты; 6) внесение соответствующих почвенных добавок на основе золы (таблица 1); 7) повторное фрезерование и выравнивание участка; 8) посев семян. Семена высевались на участки, разбитые в виде квадратов площадью 1 м² в четырехкратной повторности (9*4=36 м²). Норма высева семян составила 2 г/м².

Таблица 1 – Состав почвенных смесей и кодировка

№	код	Состав смеси
1	К	Контроль
2	НРК	Аммофоска (1%)
3	Т	Торф (10%)
4	З	Зола (1%)
5	З+НРК	Зола (10%) и Аммофоска (1%)
6	ЗТ	Зола (10%) и Торф (10%)
7	Т+НРК	Торф (10%) и Аммофоска (1%)
8	З+Т+НРК	Зола (10%), Торф (10%) и Аммофоска (1%)
9	ЗТ (1:2)	Зола (10%) и Торф (20%)

Весь статистический анализ был проведен с использованием программы Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение. Средняя длина фестулолиума к первому укусу варьировала на метрочках в пределах от 26,56 (Т) до 29,73 (З+Т+НРК) см (Рис 1А), что составляет в пределах от +6,52 до +4,66% относительно контроля без золы (Рис 1Б) и -10 и 1 % соответственно относительно контроля с добавлением золы (Рис 1В). Стоит отметить, что зола показала себя немного лучше контроля, что дало дополнительный прирост на 3,6% в первом случае. Кроме варианта опыта с добавлением торфа отрицательный результат на длину фестулолиума оказали варианты опыта с добавлением НРК и ЗТ (1:2), что составило -5,94 и -0,21% соответственно в сравнении с контролем без золы и -9 и -4% в сравнении с контролем с добавлением золы.

Остальные варианты опыта показали среднеположительные результаты, которые изменялись в ряду З+НРК>ЗТ>Т+НРК и составили относительно контроля без золы +2,65%, +1,48% и +0,55% соответственно и -1,-2 и +3% в сравнении с контролем с добавлением золы. Эти данные согласуются с ранее полученными результатами лабораторных опытов, однако в полевом опыте хуже себе показали варианты с добавлением НРК и торфа, что может быть связано с более широкой амплитудой колебания климатических факторов.

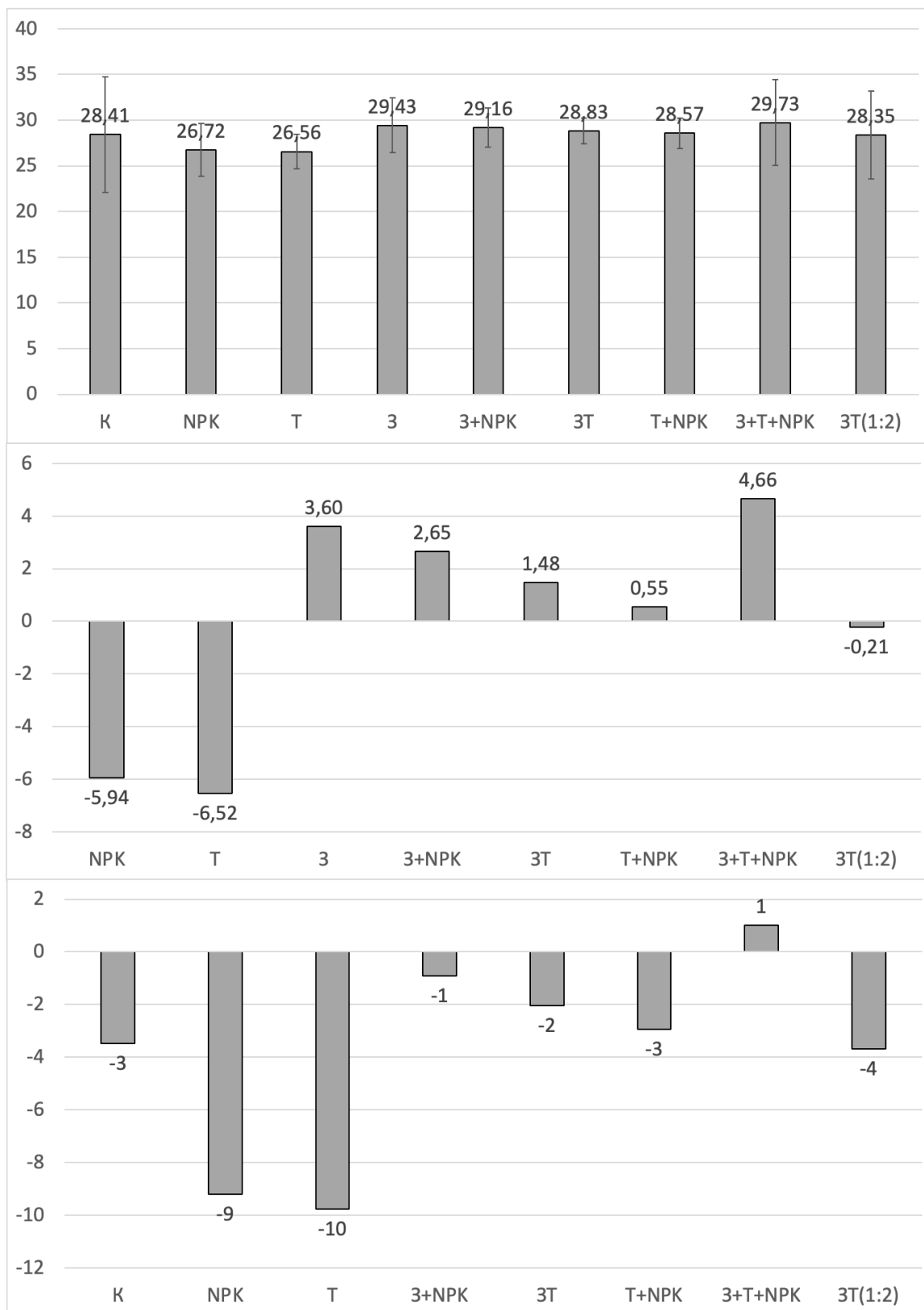


Рисунок 1 – Высота фестулолиума: А – в абсолютных значениях (см), Б – относительно контроля без золы (%), В – относительно контроля с золой (%)

Заключение. Таким образом, показано, что подобранные ранее в лабораторных условиях оптимальные концентрации золы и её сочетания с торфом и минеральными комплексными удобрениями могут положительно влиять на ростовые параметры фестулолиума в полевых условиях. Для внесения рекомендуются две добавки: З+Т+НРК и зола без добавления мелиорантов, причем стоит отметить, что второй вариант экономически более целесообразен для использования на почвах с нормальным значением рН и достаточным количеством минеральных веществ, т.к снижает затраты на минеральные удобрения и торф.

Работа выполнена в рамках проекта БРФФИ-БРЕСТ № Х22Б-009/С «Оценка свойств золы, получаемой на объектах биоэнергетики Брестской области, и разработка рекомендаций по ее использованию в народном хозяйстве»

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мясникович, М. В. Управление системой обеспечения экономической безопасности / М. В. Мясникович, С. С. Полоник, В. В. Пузилов. – Минск : Право и экономика, 2006. – 380 с.

2. Шибека, Л. А. Исследование безопасности применения древесной золы в качестве удобрения / Л. А. Шибека, Т. Г. Бельская // Экология. Риск. Безопасность : материалы Всерос. науч.-практ. конф., Курган, 29–30 окт. 2020 г. – Курган, 2020. – С. 199–200.

3. Общегосударственный классификатор Республики Беларусь ОКРБ 021-2019 «Классификатор отходов, образующихся в Республике Беларусь» [Электронный ресурс] : утв. постановлением М-ва природ.ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь, 9 дек. 2019 г., № 3-Т. – Режим доступа: <https://эколог.бел>

4. Палеев, П. Л. Использование золошлаковых отходов в сельском хозяйстве / П.Л. Палеев, Л.И. Худякова // XXI Век. Техносферная Безопасность, 6(4). – 2021. – С. 348–356.

5. Колбас, А. П. Оценка химического состава и влияния золы на морфометрические параметры растений / А. П. Колбас, И. В. Бульская, А. Г. Гавриловец, В. С. Нестерук, О. Н. Франчук, М. М. Дашкевич // Менделеевские чтения – 2023 [Электронный ресурс] : электрон. сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф. по химии и хим. образованию, – Брест : БрГУ, 2023. – с. 96–100. – Режим доступа: <http://rep.brsu.by/handle/123456789/8679>.

К содержанию

О. Г. ЯКОВЕЦ, М. Е. ДОРОШЕНКО

Минск, БГУ

**СКОРОСТЬ ЦИКЛОЗА В КЛЕТКАХ ХАРОВЫХ
ВОДОРΟΣЛЕЙ КАК ТЕСТ-РЕАКЦИЯ ДЛЯ
БИОТЕСТИРОВАНИЯ ДЕЙСТВИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ
КИСЛОТ И АТРИБУТА**

Одним из важнейших свойств цитоплазмы живой клетки является ее способность к движению. Скорость движения цитоплазмы может выступать в качестве тест-реакции, характеризующей действие различных стрессовых факторов, имеющих как физическую, так и химическую природу. Исследование изменения скорости циклоза под действием вещества и характера отмыва позволяет, с определенной долей вероятности, судить о природе биологического действия химического стрессора.

В настоящей работе изучалось действие граминицида Атрибута на скорость движения цитоплазмы (тест-реакция) в клетках харовой водоросли *Nitella flexilis* (тест-объект) до и после их предобработки различными органическими кислотами с целью выявления их антистрессового эффекта. Атрибут (д.в. – пропоксикарбазон натрия) является системным гербицидом, относится к сульфониламинокарбонилтриазинонам, нарушает синтез ацетолактат-синтетазы.

Отпрепарированные от таллома интернодальные клетки харовой водоросли перед экспериментом выдерживались для стабилизации метаболических и транспортных процессов в растворе искусственной прудовой воды (ИПВ), который служил контролем. Значение рН ИПВ на уровне $7,0 \pm 0,2$ поддерживалось трис-буфером. Экспериментальные растворы 10^{-6} , 10^{-5} , 10^{-4} М Атрибута (по д.в.), 10^{-6} М растворы салициловой, янтарной, яблочной кислот готовились путем добавления соответствующего количества 10^{-2} М раствора к ИПВ. Скорость циклоза определялась путем непосредственного измерения скорости движения частиц в протоплазме с помощью светового микроскопа.

Эксперименты проводились по следующим схемам:

1) ИПВ \rightarrow ИПВ + гербицид, 10^{-6} М \rightarrow ИПВ \rightarrow ИПВ + гербицид, 10^{-5} М \rightarrow ИПВ \rightarrow ИПВ + гербицид, 10^{-4} М \rightarrow ИПВ;

2) ИПВ \rightarrow 10^{-6} М раствор органической кислоты, 30 минут \rightarrow ИПВ \rightarrow ИПВ + гербицид, 10^{-6} М \rightarrow ИПВ \rightarrow ИПВ + гербицид, 10^{-5} М \rightarrow ИПВ \rightarrow ИПВ + гербицид, 10^{-4} М \rightarrow ИПВ.

Экспозиция в растворе гербицида составляла 15 минут. Измерение скорости циклоза в растворах гербицида проводилось каждые 5 мин. Время отмыва клеток в растворе ИПВ составляло 20 мин.

Атрибут изменял скорость движения цитоплазмы в клетках *N. flexilis* следующим образом. После 5 мин экспозиции в присутствии 10^{-6} М гербицида не наблюдалось достоверного изменения скорости циклоза по сравнению с контролем. Рост концентрации атрибута до 10^{-5} М вызывал достоверное уменьшение скорости движения цитоплазмы на 3,3 мкм/с. В концентрации 10^{-4} М тестируемый гербицид не вызывал достоверного изменения скорости циклоза по сравнению с контролем. После 10 мин экспозиции в присутствии 10^{-6} М гербицида не наблюдалось достоверного изменения скорости циклоза по сравнению с контролем. Рост концентрации атрибута до 10^{-5} М индуцировал достоверное уменьшение скорости движения цитоплазмы на 1,8 мкм/с. В концентрации 10^{-4} М тестируемый гербицид вызывал достоверное уменьшения скорости циклоза по сравнению с контролем на 3,6 мкм/с. После 15 мин экспозиции в присутствии 10^{-6} М гербицида не наблюдалось достоверного изменения скорости циклоза по сравнению с контролем. При действии атрибута в концентрации 10^{-5} М происходило достоверное уменьшение скорости циклоза по сравнению с контролем на 2,0 мкм/с. В концентрации 10^{-4} М тестируемый гербицид также индуцировал достоверное уменьшение скорости движения цитоплазмы на 2,1 мкм/с. Анализируя данные, полученные при смене экспериментального раствора на контроль, можно заключить, что после действия 10^{-6} М гербицида 20мин-экспозиция в растворе ИПВ приводит к полному восстановлению скорости циклоза, наблюдаемой в контроле. После действия 10^{-5} М и 10^{-4} М Атрибута скорость циклоза в ИПВ не восстановилась (наблюдается ее уменьшение на 3,3 мкм/с и 3,7 мкм/с, соответственно). Представленные результаты частично согласуются с полученными ранее [1]. После 15мин-экспозиции в 10^{-6} М растворе Атрибута в настоящих экспериментах не выявлено достоверных изменений скорости циклоза в клетках *N. flexilis* в отличие от зафиксированного в [1] уменьшения. При этом в настоящих экспериментах и в [1] в присутствии 10^{-5} и 10^{-4} М гербицида выявлено достоверное снижение скорости циклоза, также смена экспериментальных растворов на ИПВ приводила к аналогичным эффектам. Отсутствие отмыва после действия Атрибута в более высоких концентрациях может свидетельствовать о необратимом связывании гербицида с мембранными структурами либо о его проникновении внутрь растительных клеток.

После предобработки клеток салициловой кислотой после 15 мин экспозиции в присутствии 10^{-6} М Атрибута наблюдалось достоверное снижение скорости циклоза на 4,1 мкм/с. Рост концентрации гербицида до 10^{-5} М не вызывал достоверных изменений скорости движения цитоплазмы.

В концентрации 10^{-4} М тестируемый гербицид индуцировал достоверное увеличение скорости движения цитоплазмы на 3,3 мкм/с. При смене экспериментальных растворов на контроль выявлено, что 20мин-экспозиция в растворе ИПВ приводит к восстановлению скорости циклоза, наблюдаемой в контроле.

После предварительной обработки клеток в янтарной кислоте установлено, что в присутствии 10^{-6} М гербицида после 15 мин экспозиции наблюдалось достоверное снижение скорости циклоза на 2,2 мкм/с. При действии Атрибута в концентрации 10^{-5} М не происходило достоверных изменений скорости движения цитоплазмы. В концентрации 10^{-4} М тестируемый гербицид не вызывал изменения скорости движения цитоплазмы. Анализируя данные, полученные при смене экспериментального раствора на контроль, можно заключить, что после действия 10^{-6} и 10^{-5} М гербицида 20мин-экспозиция в растворе ИПВ приводит к восстановлению скорости движения цитоплазмы и увеличению скорости циклоза на 1,7 мкм/с в случае 10^{-4} М.

После предобработки клеток яблочной кислотой выявлено, что в присутствии 10^{-6} М гербицида после 15 мин экспозиции наблюдалось достоверное снижение скорости циклоза на 2,2 мкм/с. В концентрации 10^{-5} М тестируемый гербицид не вызывал достоверного изменения скорости движения цитоплазмы. В концентрации 10^{-4} М Атрибут достоверно увеличивал скорость движения цитоплазмы на 3,0 мкм/с. При смене экспериментального раствора на контроль показано, что после действия гербицида в концентрациях 10^{-6} М, 10^{-5} М и 10^{-4} М 20мин-экспозиция в растворе ИПВ приводит к достоверному восстановлению скорости циклоза, наблюдаемой в контроле.

Анализ 15мин-воздействия Атрибута позволяет заключить, что с увеличением концентрации гербицида в наружной среде увеличивается степень его воздействия на скорость циклоза в клетках *Nitella flexilis*. После предобработки клеток харовой водоросли органическими кислотами характер действия Атрибута изменяется. Так, при низкой концентрации гербицид индуцирует уменьшение скорости циклоза (максимальное после использования салициловой кислоты и одинаковое – в случае янтарной и яблочной). В концентрации 10^{-5} М тестируемый гербицид после выдерживания клеток в органических кислотах не оказывает достоверного влияния на скорость циклоза. В максимальной из протестированных концентраций Атрибут после предобработки клеток салициловой и яблочной кислотами вызывает увеличение скорости движения цитоплазмы клеток *Nitella flexilis* (максимальное – после предобработки салициловой кислотой) и не оказывает достоверного влияния после предобработки клеток янтарной кислотой. Изменяется и характер отмыва: скорость циклоза после действия гербицида восстанавливается, за исключением увеличения скорости циклоза при отмыве

после действия 10^{-4} М Атрибута в случае предобработки клеток янтарной кислотой. Эти данные свидетельствуют о том, что протестированные органические кислоты обладают антистрессовым (протекторным) эффектом при действии Атрибута на нецелевые объекты.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андала, Т. С. Использование клеток *Nitella flexilis* для тестирования биологической активности гербицида атрибута / Т. С. Андала, О. Г. Яковец // Биологическая осень 2017: к Году науки в Беларуси: тезисы докладов Международной научной конференции молодых ученых, 9 ноября 2017 г, Минск, Беларусь / БГУ, Биологический фак., Совет молодых ученых ; редкол.: В. В. Лысак (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2017. – С. 168–169.

К содержанию

АГРОЭКОЛОГИЯ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

УДК 577.175.1

Е. Г. АРТЕМУК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

ВЛИЯНИЕ ТЕТРАСУКЦИНАТ 24-ЭПИКАСТАСТЕРОНА НА ВСХОЖЕСТЬ И МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО

В последние годы появляется большое количество публикаций, в которых обсуждается возможность применения регуляторов роста, в частности brassinosterоидов (БС) для повышения продуктивности и устойчивости сельскохозяйственных культур к неблагоприятным воздействиям различной природы, а также улучшения качества продукции растениеводства. Перспективным направлением является модификация структуры молекул за счет их конъюгации с органическими кислотами. В связи с этим продолжаются исследования фитостероидных гормонов – brassinosterоидов и их новых синтезированных производных (конъюгатов) [1–3] с целью определения наиболее эффективных концентраций и способов обработки, оказывающих влияние на функциональные параметры (морфометрические и биохимические), в особенности на рост и урожайность растений. Среди преимуществ brassinosterоидов можно отметить их экологическую безопасность и способность вызывать биологические эффекты в очень низких концентрациях по сравнению с другими группами растительных гормонов. Весьма существенно, что brassinosterоиды повышают устойчивость ряда растений к неблагоприятным температурам, высокому содержанию в почве тяжелых металлов, избыточному засолению и др. [4, 5].

Для определения оптимальных концентраций стероидных соединений, оказывающих наибольшее влияние на посевные качества семян клевера лугового в лабораторных условиях, были использованы 24-эпикастастерон (ЭК) и его конъюгат – тетраСУКЦИНАТ 24-эпикастастерона (S439), синтезированные в лаборатории химии стероидов Института биоорганической химии НАН Беларуси. Для исследований был использован широкий диапазон концентраций тетраСУКЦИНАТА 24-эпикастастерона: 10^{-11} М, 10^{-10} М, 10^{-9} М, 10^{-8} М, 10^{-7} М и 10^{-6} М. 24-эпикастастерон (ЭК) для лабораторных исследований использовался в концентрации 10^{-10} М, которая в предыдущих опытах оказывала максимальный эффект на морфометрические параметры (длину корня и побега) клевера лугового. Гормоны протестированы на клевере луговом (*Trifolium pratense* L.) сорта Слуцкий (1-я репродукция). Семена клевера замачивали в растворах ЭК и его конъюгата S439 на 5 часов,

далее выращивали в лабораторных условиях. В качестве контроля использовались растения, обработанные водой. Оценка воздействия на рост растений осуществлялась по следующим параметрам: определяли всхожесть семян, после чего замеряли длину подземной (средняя длина корней) и надземной (средняя длина побега) частей клевера лугового. Всхожесть определяли на 7 сутки согласно ГОСТу 12038-84.

Проведенные исследования всхожести семян клевера лугового показали, что практически во всех вариантах опыта отмечается высокая всхожесть семян (рисунок 1). При использовании S439 в концентрации 10^{-11} М наблюдается снижение всхожести по сравнению с контролем на 10,5 %.

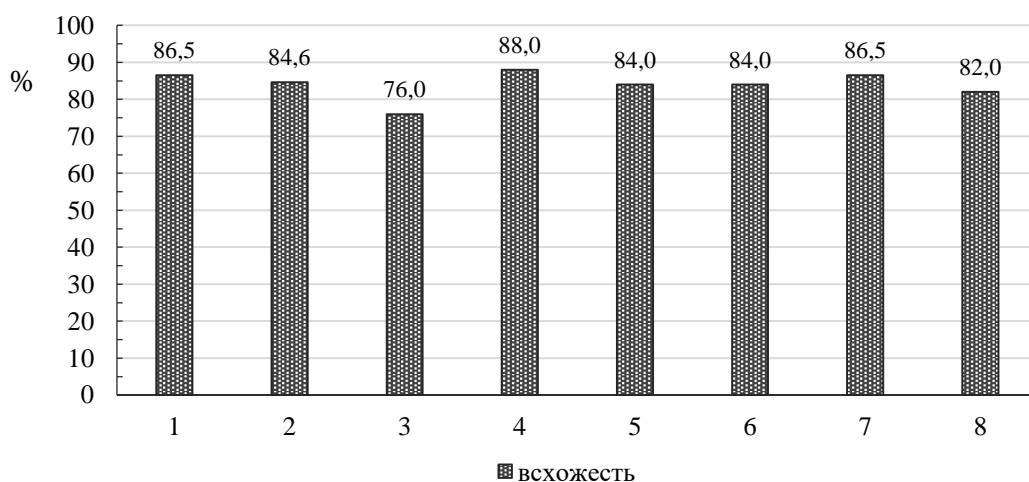


Рисунок 1 – Влияние тетраструкциат 24-эпикастастерона на всхожесть семян клевера лугового сорта Слуцкий:

1 – Контроль; 2 – ЭК, 10^{-10} М; 3 – S439, 10^{-11} ; 4 – S439, 10^{-10} М; 5 – S439, 10^{-9} М; 6 – S439, 10^{-8} М; 7 – S439, 10^{-7} М; 8 – S439, 10^{-6} М

Изучение влияния конъюгата 24-эпикастастерона – тетраструкциат 24-эпикастастерона (S439) на длину корня клевера лугового показало, что растения клевера положительно отзываются на предварительное замачивание в растворах исследуемого стероидного соединения в концентрациях 10^{-9} М и 10^{-8} М (рисунок 2). Так, использование S439 в концентрации 10^{-9} М приводило к увеличению средней длины корней на 15,0 % по сравнению с контролем. Использование S439 в концентрации 10^{-8} М приводило к увеличению средней длины корней на 22,7 % по сравнению с контролем, а побегов – на 3,5 %.

В сравнении с действием 24-эпикастастерона (ЭК) в концентрации 10^{-10} М на клевер луговой, тетраструкциат 24-эпикастастерона (S439) в концентрациях 10^{-9} М и 10^{-8} М оказывал незначительное, но все-таки более высокое воздействие на рост корней клевера лугового на начальной стадии их роста. Так наблюдалось повышение на 1,1 и 7,9 % по сравнению с ЭК.

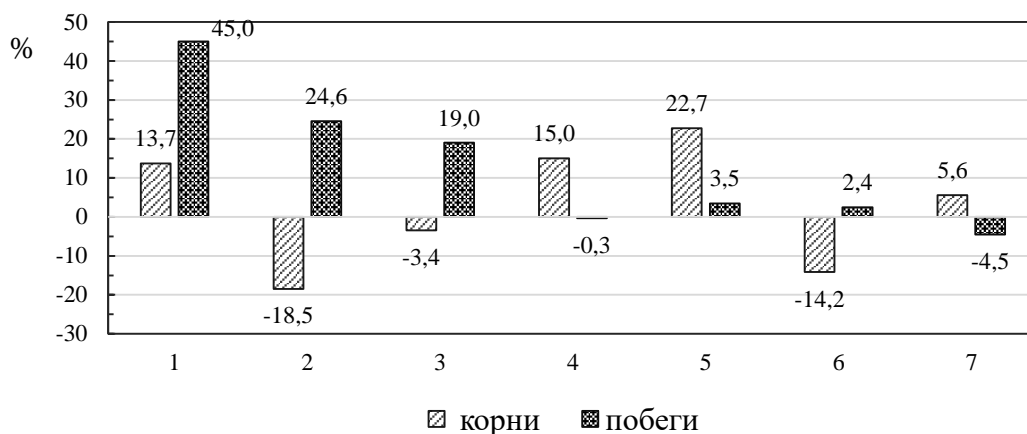


Рисунок 2 – Влияние тетраСУКЦИНАТ 24-ЭПИКАСТАСТЕРОНА на морфометрические параметры клевера лугового сорта «СЛУЦКИЙ» относительно контроля
 1 – ЭК, 10^{-10} М; 2 – S439, 10^{-11} ; 3 – S439, 10^{-10} М; 4 – S439, 10^{-9} М;
 5 – S439, 10^{-8} М; 6 – S439, 10^{-7} М; 7 – S439, 10^{-6} М

Таким образом, по результатам лабораторного опыта наиболее эффективными концентрациями тетраСУКЦИНАТ 24-ЭПИКАСТАСТЕРОНА (S439), оказывающими наибольший эффект на рост корней клевера лугового являются 10^{-9} М и 10^{-8} М.

Работа выполнена в рамках НИР «Оценка влияния природных brassinosterоидов и их конъюгатов с кислотами на морфометрические и физиолого-биохимические параметры сельскохозяйственных и декоративных растений» подпрограммы «Химические основы процессов жизнедеятельности» (Биоорганическая химия) ГПНИ «Химические процессы, реагенты и технологии, биорегуляторы и биоорганическая химия» на 2021-2025 годы (№ ГР 20211450 от 20.05.2021 г.).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Синтез и стресс-протекторное действие на растения конъюгатов brassinosterоидов с салициловой кислотой / Р. П. Литвиновская [и др.] // Химия прир. соед. – 2016. – № 3. – С. 394–398.
2. Synthesis and stress-protective action on plants of brassinosteroid conjugates with salicylic acid / R. P. Litvinovskaya [et al.] // Chemistry of Natural Compounds. – 2016. – Vol. 52, № 3. – P. 452–457.
3. Индолил-3-ацетоксипроизводные brassinosterоидов: синтез и рoстрегулирующая активность / Р. П. Литвиновская [и др.] // Химия прир. соед. – 2013 – № 3. – С. 408–414.
4. Brassinosteroids and their role in response of plants to abiotic stresses / Q. Fariduddin [et al.] // Biol. Plant. – 2014. – Vol. 58. – P. 9–17.
5. Vardhini, B. V. Brassinosteroids are potential ameliorators of heavy metal stresses in plants / B. V. Vardhini // Plant Metal Interaction. – Amsterdam : Elsevier, 2016. – P. 209–237.

К содержанию

Н. В. БАЛЮК, Ж. Н. КАЛАЦКАЯ, Н. А. ЛАМАН

Минск, Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича
НАН Беларуси

**НАКОПЛЕНИЕ ПРОЛИНА И АКТИВНОСТЬ
ПРОЛИНДЕГИДРОГЕНАЗЫ В РАСТЕНИЯХ КАРТОФЕЛЯ
ПРИ ОБРАБОТКЕ ИММУНОСТИМУЛЯТОРАМИ
В СТРЕССОВЫХ УСЛОВИЯХ**

По данным ФАО, картофель (*Solanum tuberosum* L.) является четвертой по значимости продовольственной культурой в мире. Он служит важным источником углеводов, антиоксидантов и витаминов. Однако ухудшение гидрометеорологических условий и распространение заболеваний, вызываемых патогенными микроорганизмами, приводит к существенному снижению урожайности. Среди абиотических стрессов, влияющих на рост и развитие картофеля и урожай клубней, водный дефицит является наиболее важным. Проблема оптимального водообеспечения возникает также и в регионах с достаточным годовым количеством осадков из-за неравномерности их выпадения в течение вегетационного периода.

При снижении оводненности тканей осморегуляция осуществляется за счет накопления в клетках низкомолекулярных веществ, например, пролина. Имеется ряд исследований, связывающих накопление пролина с устойчивостью растений, который активно синтезируется в ответ на разные стрессовые воздействия, выступая в качестве осмопротектора [1]. В условиях водного стресса содержание пролина регулируется не только синтезом, но и деградацией (фермент пролиндегидрогеназа (ПДГ) с участием сигнальных посредников и фитогормонов.

Брассиностероиды и сигнальные молекулы играют важную роль в активации защитных реакций и формировании комплексной устойчивости к стрессовым условиям. На сегодняшний день распространено мнение о том, что модификация сигнальных путей фитогормонов является перспективным направлением для разработки технологий повышения адаптации сельскохозяйственных культур [2].

В связи с этим, цель данной работы – изучение влияния смесей иммуностимуляторов на изменения в содержании пролина и активность ПДГ в условиях вирусного заражения и недостатка влаги.

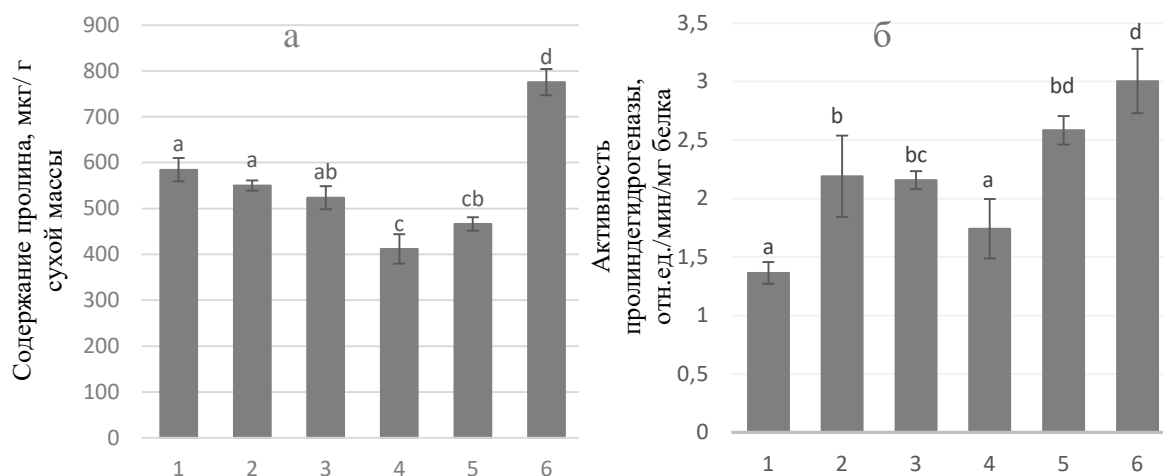
Опыты проведены на клонально микроразмноженных растениях картофеля белорусской селекции сорта Бриз. Культивирование растений-регенерантов осуществляли на торфяном почвогрунте «Двина» при недостатке влаги – 40–45 % от полной влагоемкости. Обработку растений проводили

путем опрыскивания листовой поверхности брассиностероидом – эпибрасинолидом (ЭБЛ), в концентрации 10^{-7} моль/л с 10^{-7} моль/л метилжасмонатом (МеЖ) и/или 10^{-6} моль/л салициловой кислотой (СК). Искусственное заражение Y-вирусом картофеля (YVK) проводили путем натирания клеточным соком растений доноров при помощи мелкозернистой наждачной бумаги через 3 сут после обработки смесями. Условия водного дефицита создавали через неделю после обработки растений и продолжали в течение 14 сут до появления симптомов повреждений на листьях, после чего их фиксировали. Содержание пролина определяли по цветной реакции с нингидрином при нагревании [3], а активность ПДГ по скорости восстановления никотинамидадениндинуклеотида в присутствии пролина [4]. Статистическая обработка проводилась с использованием непараметрического критерия Краскела-Уоллеса. Различия между вариантами обозначены буквами латинского алфавита *a*, *b*, *c*, *d* и считали статистически значимыми при $p \leq 0,05$.

Пролин является одним из наиболее многофункциональных стрессовых метаболитов растений. Помимо того, что пролин действует как осмолит, он выполняет ряд других функций: антиоксидантную, сигнально-рецепторную, выступает в качестве источника азота, углерода и связывает металлы в хелаты. Необходимо отметить, что вирусные заболевания являются важными модуляторами содержания аминокислот в зараженных клетках. Хотя точная роль пролина в развитии вирусной инфекции не выяснена, но предполагают, что он может участвовать в формировании защитного ответа. Например, у растений арабидопсиса накопление пролина происходит в результате активации гиперчувствительной реакции, при которой происходит быстрая гибель клеток в очаге инфекции. Однако, у трансгенных растений арабидопсиса, несущих ген LHT1 (переносчик лизина и гистидина 1), отмечается уменьшение содержания аланина, глутамина и пролина, сопровождающееся повышенной устойчивостью к множеству патогенов [5]. В наших исследованиях заражение растений Y-вирусом картофеля в условиях водного дефицита приводит к увеличению активности ПДГ на 20%, что способствовало сохранению содержания аминокислоты на уровне инфицированного контроля (рисунок 1).

По сравнению с инфицированным вариантом обработка ЭБЛ привела к снижению содержания вирусных частиц в тканях, однако содержание пролина снижалось и статистически значимых отличий по активности ПДГ не отмечено. Показано, что у растений арабидопсиса обработка экзогенным брассиностероидом ингибирует экспрессию гена основного изофермента

$\Delta 1$ -пирролин-5-карбоксилатсинтазы и не воздействует на образование транскриптов ПДГ [6], что согласуется с нашими результатами.



1 – контроль; 2 – УВК; 3 – ЭБЛ; 4 – ЭБЛ+СК; 5 – ЭБЛ+МеЖ; 6 – ЭБЛ+СК+МеЖ
 Рисунок 1 – Содержание пролина (а) и активность ПДГ (б) в листьях картофеля на фоне недостатка влаги и вирусного заражения при обработке растений иммуностимуляторами

В варианте с обработкой ЭБЛ+СК происходило снижение накопления пролина и ингибирование активности ПДГ на 22,5% и 25%. Незначительное снижение содержания пролина при действии ЭБЛ с МеЖ возможно происходит за счет увеличения активности фермента ПДГ. Повышенный уровень аминокислоты и ПДГ на 47,2% отмечен только при применении смеси ЭБЛ+СК+МеЖ. В предыдущих исследованиях показано накопление пролина в зараженных вирусом энации агератума растениях мака [7], значительное увеличение пролина отмечено при заражении риса сферическим тунгровирусом, при этом его содержание увеличивается с развитием заболевания [8], что согласуется с нашими данными, где в варианте с обработкой смесью ЭБЛ+СК+МеЖ вирусное заражение было максимальным. Полученные результаты доказывают, что при накоплении вируса растения усиливают синтез пролина в клетке для формирования защитных реакций.

Таким образом, обработки иммуностимуляторами зараженных растений УВК, выращиваемых в условиях водного дефицита, демонстрируют заметную вариабельность в содержании пролина и активности ПДГ. Обработка ЭБЛ, при применении которого отмечен минимальный уровень инфицирования УВК, снизила стрессовую нагрузку на растения и не вызвала статистически значимых изменений в содержании пролина и активности ПДГ. Использование трёхкомпонентной смеси – ЭБЛ с СК и МеЖ, где регистрировали высокую степень инфицирования и максимальное накопление аминокислоты и активность ПДГ, вероятно, привело к активному формированию ответных защитных реакций у растений.

Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (грант Б22М- 037).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ибрагимова, З. Ш. Параметры водного режима и активность антиоксидантной системы у образцов сои в условиях засухи и засоления // З. Ш. Ибрагимова // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2022. – Т. 42, № 2. – С. 16–23.

2. Alhaithloul H. A. S. Methyl jasmonate and brassinosteroids: emerging plant growth regulators in plant abiotic stress tolerance and environmental changes / H. A. S. Alhaithloul, M. H. Soliman // Plant growth regulators: signaling under stress conditions. – 2021. – С. 173–195.

3. Bates L. S. Rapid Determination of Free Proline for Water-Stress Studies / L. S. Bates, R. P. Waldren, J. D. Teare // Plant and Soil. – 1973 – Vol. 39, № 1. – P. 205–207.

4. Water and salt stress-induced alterations in proline metabolism of Triticum durum seedlings / C. Mattioni [et al.] // Physiologia Plantarum. – 1997. – Т. 101. – № 4. – С. 787–792.

5. Llave C. Dynamic cross-talk between host primary metabolism and viruses during infections in plants / C. Llave // Curr. Opinion Virolog. – 2016. – Vol. 19. – P. 50–55.

6. Light-dependent induction of proline biosynthesis by abscisic acid and salt stress is inhibited by brassinosteroid in Arabidopsis / E. Abraham [et al.] // Plant Mol. Biol. – 2003. – Vol. 51. – P. 363–372.

7. Ageratum enation virus infection induces programmed cell death and alters metabolite biosynthesis in Papaver somniferum / A. Srivastava [et.al.] // Frontiers in plant science. – 2017. – Т. 8. – P. 1172.

8. TuMV triggers stomatal closure but reduces drought tolerance in Arabidopsis / C. A. Manacorda [et.al.] // Plant, Cell & Environment. – 2021. – Vol.44, № 5. – С. 1399–1416.

К содержанию

О. А. ДЕМИДОВИЧ, С. М. ЛЕНИВКО

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

СКРИНИНГ РОСТА МИКРОПОБЕГОВ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ АКТИНИДИИ В КУЛЬТУРЕ IN VITRO

Представители рода *Actinidia* Lindl.) в настоящее время относятся к малораспространенным ягодным культурам, однако отличаются приятными вкусовыми качествами, наличием биологически активных веществ, а также характеризуются высокой декоративностью. Поскольку все сортовые признаки сохраняются только при вегетативном размножении растений, то на первом этапе проводимых нами исследований по совершенствованию этапа микрочеренкования актинидии в культуре *in vitro* необходимо было сопоставить интенсивность роста микропобегов актинидии с учетом сортовых особенностей.

Цель исследования – оценить динамику роста микропобегов различных сортов актинидии при длительном культивировании на безгормональной питательной среде в условиях *in vitro*.

Объектами исследования явились микропобеги девяти сортов актинидии: «Джиральди» («Giraldia»), «Дон Жуан», «Римма», «Гибридная Колбасиной», «Горянка», «Чан Бай Гиант» («Chang Bai Giant»), «Надия», «Оригинальная», «Джамбо» («Jumbo»).

Сорт «Дон Жуан» относится к мужскому типу и используется для опыления и завязи плодов, тогда как остальные восемь сортов являются женскими и способны к плодоношению. Сорта актинидии, использованные в данном исследовании, относятся к евразийской генетической линии и происходят из таких стран Евразии, как Россия, Украина, Китай и Италия. Анализ данных литературы позволил выделить некоторые особенности сортов – объектов исследования, которые представлены в таблице 1. Сорта «Джиральди» и «Надия» характеризуются среднепоздними, а остальные сорта – поздними сроками созревания плодов. Актинидия является древовидной лианой, высота побегов которой специфична для каждого сорта и колеблется в пределах от 2 до 15 м [1–3].

Микропобеги сортов актинидии были высажены на безгормональную питательную среду Мурасиге и Скуга, их культивирование проводили в фитотроне при интенсивности освещения 2500 люкс, 16-часовом фотопериоде и температуре 20–22 °С. Интенсивность роста побегов регистрировали, начиная с 30-х суток эксперимента. Обработку полученных данных проводили общепринятыми статистическими методами с помощью Excel.

Таблица 1 – Характеристика сортов актинидии – объектов исследования

Сорт	Происхождение сорта	Срок созревания	Высота, м
«Джиральди»	Китай	среднепоздний	до 10
«Дон Жуан»	Украина	–	5-10
«Римма»	Украина	поздний	8
«Гибридная Колбасиной»	Россия	поздний	более 7
«Горянка»	Россия	поздний	2-5
«Чан Бай Гиант»	Китай	поздний	8
«Надия»	Украина	среднепоздний	2,5
«Оригинальная»	Украина	поздний	10-15
«Джамбо»	Италия	поздний	8

Результаты эксперимента длительного культивирования микропобегов исследованных сортов актинидии представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Динамика роста микропобегов сортов актинидии

Сорт	Сутки	Высота, см	Прирост, см
«Джиральди»	30-е	2,48 ± 0,19	–
	60-е	3,47 ± 0,20	0,99*
	90-е	3,80 ± 0,18	0,33
«Дон Жуан»	30-е	2,17 ± 0,14	–
	60-е	2,70 ± 0,19	0,53*
	90-е	2,99 ± 0,19	0,29
«Римма»	30-е	2,22 ± 0,09	–
	60-е	2,87 ± 0,11	0,65*
	90-е	3,27 ± 0,10	0,40*
«Гибридная Колбасиной»	30-е	2,43 ± 0,11	–
	60-е	3,58 ± 0,15	1,15*
	90-е	4,05 ± 0,19	0,47
«Горянка»	30-е	2,96 ± 0,15	–
	60-е	3,77 ± 0,26	0,81*
	90-е	3,92 ± 0,26	0,15
«Чан Бай Гиант»	30-е	2,95 ± 0,10	–
	60-е	3,77 ± 0,14	0,82*
	90-е	4,05 ± 0,15	0,73
«Надия»	60-е	3,44 ± 0,20	–
	90-е	4,64 ± 0,52	1,2
«Оригинальная»	60-е	3,26 ± 0,17	–
	90-е	4,19 ± 0,19	0,93*
«Джамбо»	60-е	4,42 ± 0,49	–
	90-е	5,43 ± 0,30	1,01

Примечание – * – достоверно при $P \leq 0,05$.

На 60-е сутки эксперимента у шести сортов актинидии – «Джиральди», «Дон Жуан», «Римма», «Гибридная Колбасиной», «Горянка» и «Чан Бай Гигант» – прирост микропобегов составил от 0,53 до 1,15 см и оказался статистически значимым по сравнению с 30-ми сутками эксперимента. Наибольшие значения были зафиксированы для российского сорта «Гибридная Колбасиной» и китайского сорта «Джиральди». При сопоставлении величин средней высоты побегов у исследуемых сортов между измерениями, произведенными на 60-е и 90-е сутки, наблюдалось значительно меньше статистически подтвержденных отличий с помощью t-критерия Стьюдента. При уровне значимости $P \leq 0,05$ достоверное увеличение длины микропобегов было зафиксировано только для двух сортов «Римма» и «Оригинальная». Для сорта «Римма» был характерен статистически подтвержденный прирост на протяжении всего периода культивирования.

Для установления статистических зависимостей изменчивости активности роста микропобегов девяти сортов актинидии на 60-е и 90-е сутки в системе «сутки – сорт» проведен двухфакторный дисперсионный анализ, результаты которого представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Двухфакторный дисперсионный анализ изменчивости высоты микропобегов актинидии

Источник вариации	SS	df	MS	F	F ₀₅	Доля влияния фактора (%)
Сорт	5,60	8	0,70	9,69	3,44	73,67
Сутки	1,42	1	1,42	19,71	5,32	18,72
Случайные отклонения	0,58	8	0,07			7,60
Общее	7,60	17				

Таким образом, установлено, что на динамику роста микропобегов актинидии на безгормональной питательной среде в условиях *in vitro* преимущественное достоверное влияние оказывает генотип сорта, доля влияния которого составила 73,67 %.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колбасина, Э. И. Актинидия и лимонник / Э. И. Колбасина. – Москва: Изд. Дом МСП, 2007. – 61 с.
2. Колбасина, Э. И. Культурная флора России: актинидия, лимонник / Э. И. Колбасина. – М.: Россельхозакадемия, 2007. – 327 с.
3. Тыбель, В. Ягодные культуры. Сорта, посадка, выращивание и уход / В. Тыбель. – Харьков : Клуб семейного досуга, 2021. – 238 с.

К содержанию

¹Л. Е. КАРТЫЖОВА, ¹И.Н.АНАНЬЕВА, ¹Н. Г. КЛИШЕВИЧ,
²А. П. ЯКОВЛЕВ, ²Г. И. БУЛАВКО

¹Минск, Институт микробиологии НАН Беларуси,

²Минск, Беларусь, ²Центральный ботанический сад НАН Беларуси.

ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ НА МИКРОБНЫЙ СОСТАВ КОМПОСТОВ ИЗ ЛИСТОВОГО ОПАДА РАЗНЫХ ПОРОД ДЕРЕВЬЕВ

Естественный процесс разложения растительных отходов, скапливающихся на территории ботанических садов и парков занимает много времени. Для ускорения этого процесса и получения агрономически ценного экологически безопасного и экономически выгодного конечного продукта было решено использовать при компостировании растительных отходов биопрепараты (Полибакт и ПолиФунКур). Микробное сообщество препарата Полибакт представлено целлюлозоразрушающими (*Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Pseudomonas brassicacearum*), азотфиксирующими (*Brevibacillus sp.*), фосфатмобилизующими (*Bacillus megaterium*) бактериями; биоудобрения ПолиФунКур – микробной ассоциацией аэробно ферментированного подстилочного куриного помета с иммобилизованным ассоциативным диазотрофом (*Brevibacillus sp.*) [1,2]. Установлено, что применение биопрепаратов способствовало ускорению процессов разложения запаханых растительных остатков сельскохозяйственных культур, приводило к перестройке микробоценоза почвы и активному функционированию агрономически-ценных групп микроорганизмов, что обеспечивало повышение продуктивности последующих культур севооборота [1, 3]. В связи с этим целесообразно было применить их при компостировании растительных отходов.

Целью данных исследований было изучение влияния биопрепаратов Полибакт и ПолиФунКур на количественный состав и динамику основных эколого-трофических групп микроорганизмов компоста, активность процесса деструкции растительных отходов.

Закладку компостов проводили на производственных площадках ЦБС г. Минска, исследования – в течение 2020-2023 гг. Схема опыта приведена в таблицах и графиках.

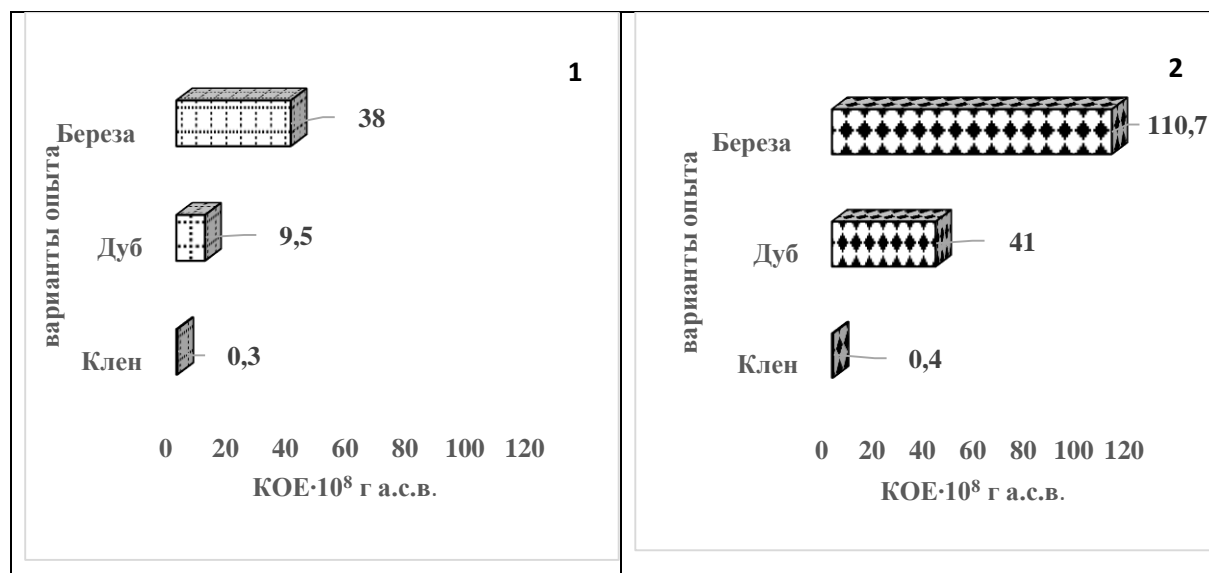
Для компостирования использовали опад лиственных деревьев, так как он разлагается быстрее, чем хвойных, о чем свидетельствуют данные, полученные в 1960 году Е.В. Руновым, в работах которого лиственный опад

расположен по возрастанию степени разложения листвы разных пород деревьев и заселения микроорганизмами в следующем порядке: сосна, ель, дуб, лиственница, береза.

Для установления степени влияния биопрепаратов на активность микробиологических процессов компостов использовали лиственный опад, преобладающих в ботаническом саду пород деревьев (клен, дуб, береза). Опытные варианты компостируемой массы состояли из листового опада одной породы деревьев. Контролем служил компост из листового опада каждой породы деревьев без микробных препаратов.

Определение численности функциональных групп микроорганизмов проводили на 9-ти видах питательных средах (ПА, МПА, МСА, КАА, Эшби, ГА, Гильтая, Виноградского, Нитритный агар).

Результаты исследований показали, что компосты из листового опада разных пород деревьев отличались между собой микробиологической активностью. Максимальная биогенность установлена в контрольном варианте (без биопрепаратов) компоста «Береза», что соответствует результатам, полученным Руновым Е.В. Применение биопрепаратов при компостировании листового опада способствовало активации микробиоты компостов, общая численность микроорганизмов в опытном варианте «Береза» увеличивается на 191%; «Дуб» - в 4 раза; «Клен» - на 33% по сравнению с контролем (вода) (рисунок 1).



Примечание: 1-контроль (вода), 2-биопрепараты,
Рисунок 1 – Влияние биопрепаратов на биогенность компостируемой растительной массы

Применение биопрепаратов при компостировании листового опада оказало значимое влияние на структуру микробиоценоза компостов. Установлено

увеличение долевого участия споровых аммонифицирующих микроорганизмов, что, очевидно, связано с обогащением компостируемой массы целлюлозоразрушающей микробиотой, входящей в состав Полибакта (рисунок 2). Так, при компостировании листового опада клена, дуба, березы в вариантах с микробными препаратами, их количество возрастает в 21, 100, 31 раз, соответственно, по сравнению с контрольным вариантом (вода) (рисунок 2, 3, 4).

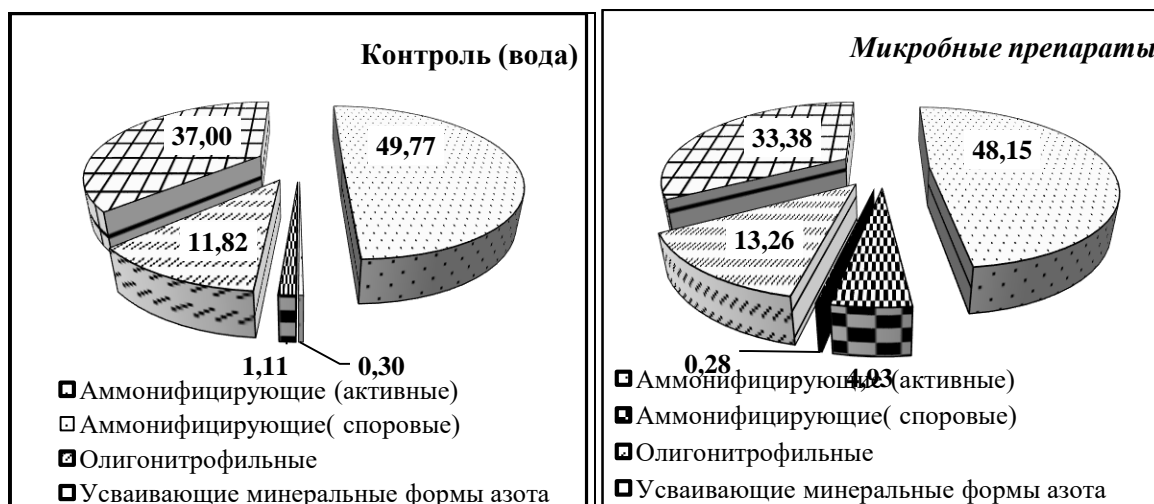


Рисунок 2 – Долевое участие основных эколого-трофических групп микроорганизмов при компостировании листового опада «Клен»

Установлено, что под влиянием биопрепаратов в компостируемой растительной массе из листового опада дуба значительно возросла численность микроорганизмов, усваивающих органические формы азота, в структуре микробсообщества данная группа составила 86,17%, что на 35% было выше контрольных показателей (рисунок 3).

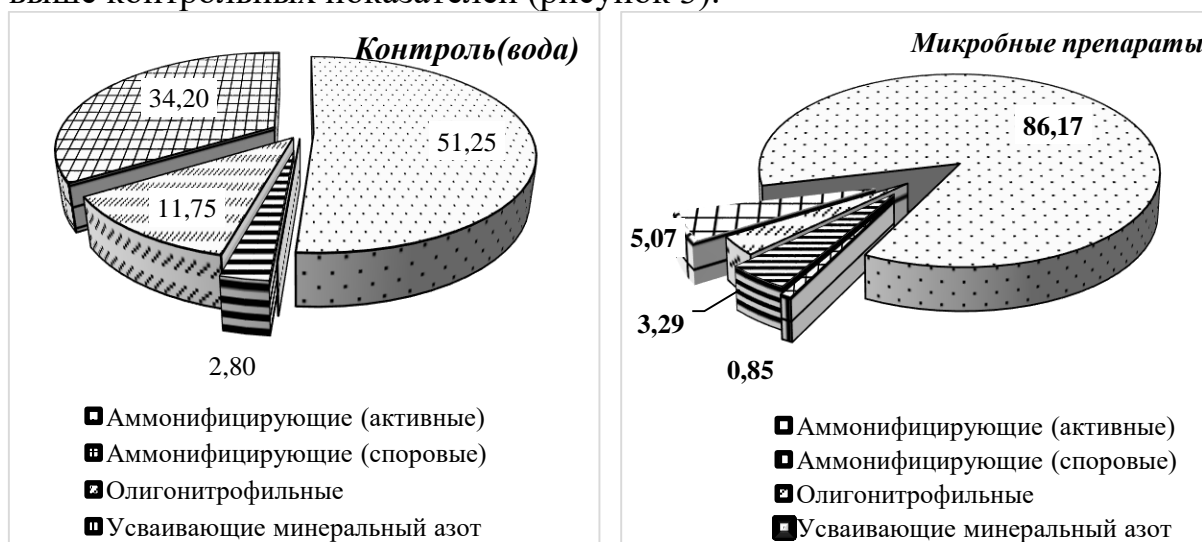


Рисунок 3 – Долевое участие микроорганизмов основных эколого-трофических групп при компостировании листового опада «Дуб»

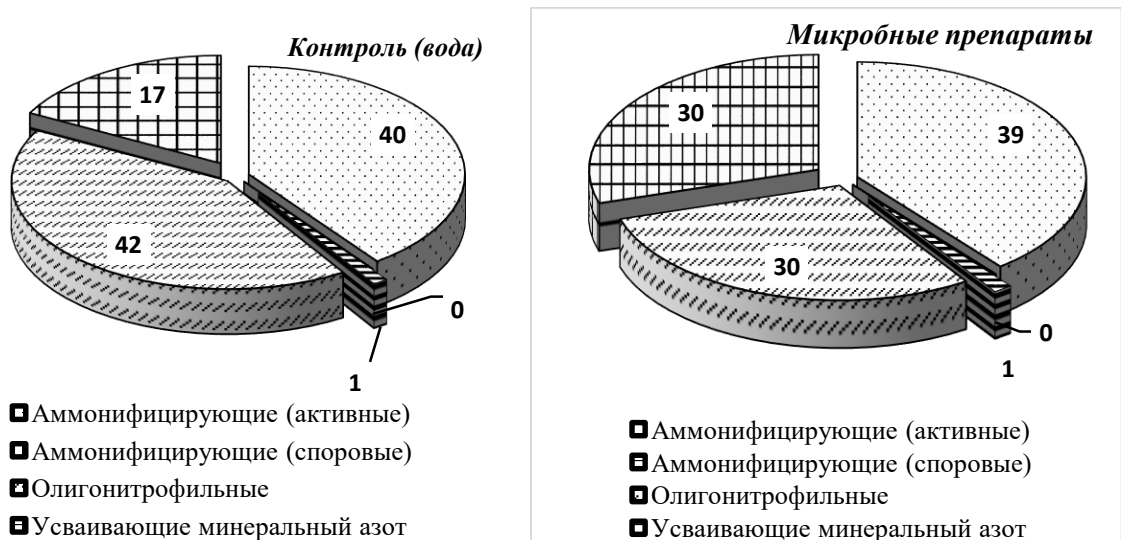


Рисунок 4 – Долевое участие микроорганизмов основных эколого- трофических групп при компостировании листового опада «Береза»

Необходимо отметить, что использование биопрепаратов оказало более значимое влияние на процессы минерализации органического вещества в варианте с листовым опадом березы. Долевое участие микроорганизмов, усваивающих органические (39 %) и минеральные формы (30 %) азота практически одинаковое (рисунок 4). Коэффициент минерализации приближается к 1, что свидетельствует об активации процессов микробиологической минерализации органического вещества и указывает на возрастание интенсивности процессов минерализации под воздействием биопрепаратов.

Установлено, что интенсивность микробиологических процессов, связанных с трансформацией органического вещества (МТОВ) повышалась с применением биопрепаратов. Коэффициент микробиологической трансформации органического вещества в компостах из листьев березы и дуба составил 10,5 и 10,1 усл. ед. соответственно (рисунок 5А), клена – превышал в 1,3 раза (на 29 %) контрольные показатели (рисунок 5Б).

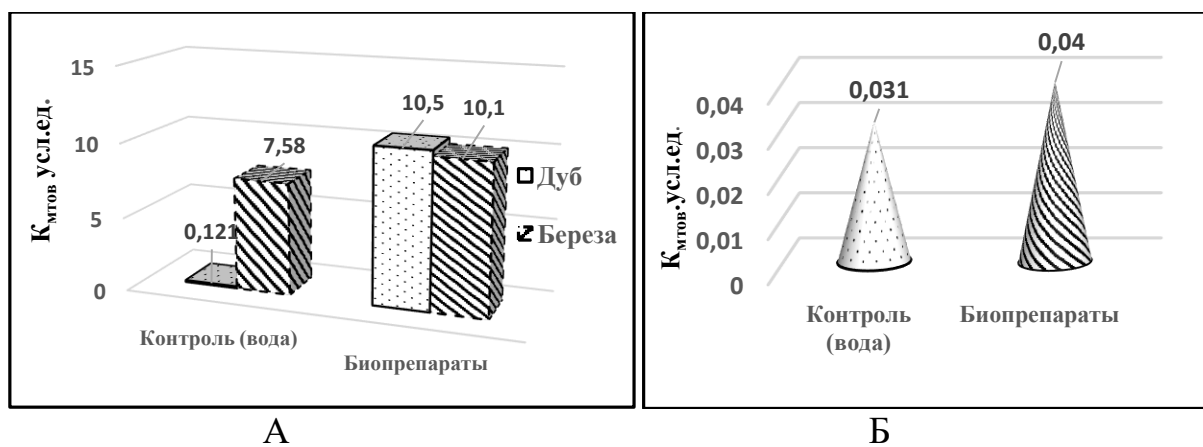


Рисунок 5 – Влияние биопрепаратов на интенсивность процессов трансформации органического вещества при компостировании листового опада клена (А), дуба и березы (Б)

Таким образом, установлено, что в результате применения биопрепаратов (Полибакт и ПолиФунКур) изменяется количественный и качественный состав микробоценоза компостов из листового опада деревьев разных пород в сторону увеличения биогенности и количества агрономически ценной микробиоты в его структуре, что приводит к ускорению процессов трансформации органического вещества в 87,5раз (дуб), на 33 % (береза), 29 % (клен) и деструкции.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Микробиологическая активность дерново-подзолистой почвы с запаханной соломой и интродуцированной микробной ассоциацией / Л. Е. Картыжова, [и др.] // Воспроизводство плодородия почв и их охрана в условиях современного земледелия: материалы междунар. науч.-практ. конф. и V съезда почвоведов и агрохимиков, Минск, 22–26 июня 2015 г.: в 2 ч. / Ин-т почвоведения и агрохимии, Белорус. о-во почво-ведов агрохимиков; редкол. : В.В. Лапа (гл. ред.) и [и др.]. – Минск : ИВЦ Минфина, 2015. – Ч.1. – С. 98–10.

2. Технология глубокой аэробной ферментации помёта при производстве полифункционального комплексного удобрения ПолиФунКур // А. И. Иванов [и др.] // Производство, изучение и применение удобрений на основе птичьего помёта ; под общ. ред. А. И. Иванова, В.В. Лапы. – СПб. : ФГБНУ АФИ, 2018. – Гл. 1. – С. 51–57.

3. Тихонович, И. А. Перспективы использования азотфиксирующих и фитостимулирующих микроорганизмов для повышения эффективности агропромышленного комплекса и улучшения агроэкологической ситуации РФ / И. А. Тихонович, А. А. Завалин // Плодородие. – 2016. – 25 – С. 28–32.

К содержанию

УДК 579.64

Н. Г. КЛИШЕВИЧ, А. С. САМСОНОВА

Минск, Институт микробиологии НАН Беларуси

ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НОВЫХ ШТАММОВ УГЛЕРОДОКИСЛЯЮЩИХ МИКРООРГАНИЗМОВ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ УСКОРЕНИЕ ПРОЦЕССОВ РАЗЛОЖЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ НЕФТИ

Основными источниками регионального загрязнения почвы канцерогенными (химические, физические, биологические) веществами являются выбросы промышленных предприятий, продукты нефтепереработки, что превышает фоновое содержание загрязняющих веществ в десятки раз. Согласно

мониторинговым исследованиям Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды РБ, только поверхностных загрязнений нефтешламами имеется в объеме более 3,5 млн. т [1–5].

Нефтяные углеводороды содержат опасные химические вещества, такие как бензол, толуол, ксилол и нафталин, которые подвергают местную окружающую среду серьезной токсической опасности. В настоящее время разработано много способов утилизации скапливающихся в почве загрязняющих веществ, но наиболее экологически чистым методом ее очистки стала биоремедиация, в основе которой лежит биоразложение углеводородов нефти посредством использования эффективных углеводородокисляющих микроорганизмов (УОМ). На сегодняшний день разработано много микробных препаратов на основе эффективных углеводородокисляющих микроорганизмов [6–9]. Однако, остается открытым вопрос, требующий решения – это увеличение скорости разложения химических ингредиентов в почве, который является основным ограничивающим фактором биоразложения. Для улучшения физических и агрохимических свойств загрязненной нефтью почвы применяются агротехнические методы ее обработки (вспашка, минеральные удобрения и т.д.), обеспечивающие ускорение процесса разложения (естественного и на фоне биопрепаратов) нефти, что влечет за собой дополнительные расходы. Исследования, направленные на выделение и отбор эффективных углеводородокисляющих микроорганизмов, которые помимо высокой деструктивной активности в отношении углеводородам нефти, ускоряли бы процесс их разложения являются актуальными с точки зрения экологичности и экономичности. Перспективность таких культур обусловлена еще и тем, что применение их будет повышать эффективность уже разработанных биопрепаратов, предназначенных для деструкции нефти [10–12].

В связи с этим целью данной работы явилось изучение физиолого-биохимических свойств новых штаммов углеводородокисляющих микроорганизмов.

Объектами исследований были:

– штаммы углеводородокисляющих микроорганизмов-деструкторов, выделенные из почв нефтяных месторождений Гомельской области (РБ), *Gordonia alkanivorans* БП 1.2 и *Bacillus sp.* БП 1.1, обеспечивающие биологическую активность дерново-подзолистой почвы, загрязненной разными дозами нефти [2];

– микробный препарат «Родобел-ТН» на основе штаммов: *Rhodococcus ruber* 1НГ-30П, *Rhodococcus wratislaviensis* Г13, *Bacillus subtilis* 2-4-201N, *Bacillus sp.* 4НГ-ПСД;

– углеводороды: ксилол, гексадекан, дизельное топливо, нефть.

В результате проведенных исследований было изучена деструктивная способность штаммов *Gordonia alkanivorans* БП 1.2 и *Bacillus sp.* БП 1.1 и при их совместном применении с микробным препаратом «Родобел-ТН»,

как при непосредственном культивировании с углеводородами, так и при внесении в загрязненную нефтью почву; их температурный оптимум; скорость роста, способность к продуцированию биосурфактанта, направленность процесса окисления [5–8].

Согласно данным, полученных в ходе опыта установлено, зона контакта УОМ с углеводородами оказывала неравнозначное влияние на интенсивность роста бактериальных культур: при непосредственном контакте и удалении от источника загрязнения. Химический агент (ксилон, гексадекан, дизельное топливо, нефть), диффундируя в агар, не подавлял развитие штамма *Bacillus sp.* БП 1.1 (таблица).

Таблица – Интенсивность роста УОМ на среде с углеводородами нефти

Штаммы УОМ	Углеводороды нефти					
	Ксилон, %	Гексадекан, %	Дизельное топливо, %		Белорусская нефть, %	
	100	100	10	100	10	100
<i>Bacillus sp.</i> БП 1.1	+	+	++	+	++	+
<i>Gordonia alkanivorans</i> БП 1.2	++	++++	++	+++	++	+++
<i>Rhodococcus ruber</i> 1НГ-30П	++	++++	++	+++	++	++
<i>Rhodococcus wratislaviensis</i> Г13	+	+++	+++	++++	++	+
<i>Bacillus subtilis</i> 2-4-201N	+	+	+	++	+	++
<i>Bacillus sp.</i> 4НГ-ПСД	+	+	+	++	++	+

Примечание: Интенсивность роста: ++++ – интенсивный, +++ – средний, ++ – слабый, + – отдельные колонии, – – отсутствует.

Установлено, что выделенные из почв нефтяных месторождений Гомельской области (РБ) штаммы микроорганизмов-деструкторов нефтепродуктов *Gordonia alkanivorans* БП 1.2 и *Bacillus sp.* БП 1.1 обладают высокой деструктивной активностью к углеводородам нефти. Применение их для ускорения процессов очищения дерново-подзолистой почвы, загрязненной нефтью подтвердило их эффективность, как при моно-использовании, так и совместно с м. п. «Родобел-ТН». Проведенные лабораторные испытания образцов почвы, загрязненной нефтью после применения ассоциации и ассоциации совместно с м.п. «Родобел-ТН» подтвердили отсутствие фитотоксичности в отношении индикаторных культур [2].

Известно, что УОМ, обладающие способностью ускорять процесс разложения нефти обладают свойством продуцировать биосурфактанты [4–7]. Для проверки такой способности у исследуемой микробной композиции, состоящей из новых штаммов *Gordonia alkanivorans* БП 1.2, *Bacillus sp.* БП 1.1 и микробных компонентов препарата «Родобел-ТН» (*Rhodococcus ruber* 1НГ-30П, *Rhodococcus wratislaviensis* Г13, *Bacillus subtilis* 2-4-201N, *Bacillus sp.* 4НГ-ПСД) использовали метод «Разрушение капли сырой нефти». Вне-

сение в среду УОМ в течение 1 минуты приводило к разрушению капли сырой нефти, что указывало на присутствие биосурфактанта. Способность продуцировать биосурфактант одним или несколькими микробными компонентами, входящими в состав композиции, обеспечило ускорение процесса разрушения нефти. Следовательно, создание эффективной полифункциональной УО композиции является одним из способов ускорения процесса деградации нефти, а также повышения ее эффективности.

Дальнейшее изучение деструктивной способности новых штаммов УОМ показало, что исследуемые штаммы имеют разную направленность процесса (орто /мета – положение) окисления углеводородов нефти. Известно, что активное разрушение нефти происходит при окислении углеводородов в орто-положении. Установлено, что штаммы *Gordonia alkanivorans* БП 1.2 и *Rhodococcus ruber* 1НГ-30П (м.п. Родобел-ТН») окисляют ароматические углеводороды в орто-положении, штаммы *Rhodococcus wratislaviensis* Г13, *Bacillus subtilis* 2-4-201N, *Bacillus sp.* 4НГ-ПСД (м.п. Родобел-ТН) и *Bacillus sp.* БП 1.1 окисляют ароматические углеводороды в мета-положении. В связи с этим можно заключить, что применение штамма *Gordonia alkanivorans* БП 1.2 совместно с м.п. Родобел-ТН способствует увеличению окислительной способности препарата.

Важным условием, обеспечивающим активность процессов окисления углеводородов нефти, является температура. Известно, что процессы окисления углеводородов нефти протекают более активно в диапазоне температур (+32)–(+37) °С. В связи с этим при изучении условий культивирования новых УОМ установлен температурный оптимум штаммов, отобраны оптимальные условия, при которых ускоряется рост и увеличиваются титры культур, проведены исследования УОМ на антагонизм. Интенсивный рост новых штаммов УОМ отмечался в диапазоне температур (+28) – (+42) °С (*Gordonia alkanivorans* БП 1.2, мезофилы) и (+28) – (+55) °С (*Bacillus sp.* БП 1.1, термотолерантные термофилы), что позволяет использовать данные культуры при температуре, обеспечивающей оптимальный процесс окисления углеводородов.

В результате проведенных исследований установлено, что выделенные из образцов загрязненной нефтью почвы штаммы УОМ (*Gordonia alkanivorans* БП 1.2, *Bacillus sp.* БП 1.1) обладают высокой деструктивной активностью к углеводородам нефти, относятся к быстрорастущим микроорганизмам, устойчивы к повышенной температуре, способствуют ускорению процессов разложения нефти, при совместном применении с микробным препаратом «Родобел ТН» обеспечивают повышение его эффективности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Development of an efficient bacterial consortium for the potential remediation of hydrocarbons from contaminated sites. *Frontiers in microbiology* / K. Patowary [et al.]. – 2016. – V. 7. – P. 1092.

2. Клишевич, Н. Г. Влияние нефтяного загрязнения на биологическую активность дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы / Н. Г. Клишевич, Л. Е. Картыжова // *The scientific heritage*. – 2022. – Vol. 1, № 85. – С. 7–15.

3. Effects of local microbial bioaugmentation and biostimulation on the bioremediation of total petroleum hydrocarbons (TPH) in crude oil contaminated soil based on laboratory and field observations / F. Suja // *Int. Biodeterior. Biodegrad.* – 2014. – V. 90. – P. 115–122.

4. The role of root exuded low molecular weight organic anions in facilitating petroleum hydrocarbon degradation: Current knowledge and future directions / B. C. Martin // *Sci. Total Environm.* – 2014. – V. 472. – P. 642–653.

5. Lu, Zh. Occurrence and distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons in organomineral particles of alluvial sandy soil profiles at a petroleum contaminated site / Zh. Lu, F. Zeng, N. Xue, F. Li // *Science Total Environ.* – 2012. – V. 433. – P. 50–57.

6. Phytoremediation of soils polluted with crude petroleum oil using *Bassia scoparia* and its associated rhizosphere microorganisms / H. A. Moubasher [et al.] // *Int. Biodeterior. Biodegrad.* – 2015. – V. 98. – P. 113–120.

7. Effects of soil organic matter and bacterial community shift on bioremediation of diesel contaminated soil / P. G. Liu [et al.] // *Int. Biodeterior. Biodegrad.* – 2013. – V. 85. – P. 661–670.

8. Ismail, M.; Monisha, T.R.; Reddy, P.V.; Santoshkumar, M.; Nayak, A.S.; Karegoudar, T.B. Biotransformation of aromatic and heterocyclic amides by amidase of whole cells of *Rhodococcus* sp. MTB5: Biocatalytic characterization and substrate specificity // *Biocatal. Biotransform.* – 2017, – V. 35, – P. 74–85.

9. Shinde, V. L. Degradation of tarballs using associated bacterial consortia.3 *Biotech* / V. L. Shinde, V. Sunee, C. Rathore, B. D. Shenoy.– 2020, – V. 10 (3). – P. 1–10. 10. Cambarieri, L. Optimización de un proceso de bioestimulación en un suelo de Río Gallegos, Argentina, para su utilización en biorremediación de hidrocarburos *Ecosistemas* / L. Cambarieri, G. N. Pucci, A. J. Acuña. – 2021. – V. 30 (1), – P. 2084–2093.

11. Koolivand, A. Biodegradation of high concentrations of petroleum compounds by using indigenous bacteria isolated from petroleum hydrocarbons-rich sludge: Effective scale-up from liquid medium to composting process / A. Koolivand [et al.] // *Journal of Environmental Management*. – 2019. – V. 248. – P. 109–228.

12. Brzeszcz, J. Aerobic bacteria degrading both n-alkanes and aromatic hydrocarbons: an undervalued strategy for metabolic diversity and flexibility / J. Brzeszcz, P. Kaszycki // *Biodegradation*. – 2018, – V. 29 (4), – P. 359–407.

К содержанию

О. В. КОРЗЮК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

ВЛИЯНИЕ КОНЬЮГАТОВ ПРИРОДНЫХ БРАССИНОСТЕРОИДОВ С КИСЛОТАМИ НА ФИЗИОЛОГО- БИОХИМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ АМАРАНТА

Неблагоприятная экологическая ситуация и загрязнение окружающей среды приводят к нежелательным последствиям и поэтому в последнее время в физиологии растений активно разрабатывается обширное направление по изучению влияния регуляторов роста на различные стороны обмена веществ в растениях [1].

Амарант является перспективной сельскохозяйственной культурой, так как обладает высокой биологической продуктивностью, экологической пластичностью и исключительным адаптивным потенциалом, обеспечивающим широкое распространение этой культуры в различных условиях. Кроме того, амарант является источником антиоксидантов: амарантина, каротиноидов, аскорбиновой кислоты [2].

Обладая такими ценными качествами, амарант входит в число растений наиболее перспективных для интродукции на новых территориях.

Для проведения вегетационного опыта были использованы наиболее эффективные концентрации исследуемых веществ: ЭК (24-эпикастастерон) в концентрации 10^{-11} М, S23 (2-моносалицилат 24-эпикастастерона) в концентрации 10^{-10} М и S31 (тетраиндолилацетат 24-эпикастастерона) в концентрации 10^{-8} М, которые в предварительном лабораторном опыте оказывали наибольший эффект на рост корней и побегов амаранта трехцветного сорта Бразильский карнавал.

Все опыты проводились в четырехкратной повторности. Семена замачивали в растворах ЭК и его конъюгатов на 5 часов, далее высаживали в пластиковые контейнеры 9x9x10 см на универсальном почвогрунте («Хозяин», РБ (азот общий 5795 мг/кг, калий общий 3223 мг/кг, фосфор общий 1838 мг/кг, Cu 6,15 мкг/кг, Zn 24 мкг/кг) и выращивали в лабораторных условиях вегетационного эксперимента. Растения выращивали в условиях постоянной влажности почвы. Вегетационные емкости перемещали ежедневно по схеме, обеспечивающей однородные условия роста и развития растений [3, 4].

Содержание основных фотосинтетических пигментов (хлорофилла *a*, *b* и каротиноидов) осуществлялось методом ацетоновой вытяжки [5], определение активности каталазы в побегах исследуемых растений

проводилось по методу М. А. Королук, основанному на способности перекиси водорода образовывать с солями молибдена стойкий окрашенный комплекс [6].

Предварительная обработка семян амаранта ЭК в концентрации 10^{-11} М и его конъюгатами S23 в концентрации 10^{-10} М и S31 в концентрации 10^{-8} М приводила к увеличению длины корней и побегов у растений амаранта трехцветного. Так длина корней увеличивалась на 51,0–69,7 %, а побегов на 17,8–30,0 % соответственно (рисунок 1). Таким образом, ЭК и его конъюгаты в изученных концентрациях оказывали ростостимулирующее действие на морфометрические параметры (длину подземной и надземной частей) амаранта.

Исследование содержания основных фотосинтетических пигментов в листьях амаранта трехцветного проводилось с изучением концентрации хлорофилла *a* (Хл а), хлорофилла *b* (Хл б) и каротиноидов (Кар). Проведенные исследования показали, что при использовании ЭК в концентрации 10^{-11} М наблюдалось повышение содержания Хл а и Кар на 9,6 и 13,5 % соответственно (рисунок 2), но зафиксировано снижение содержания Хл б на 3,9 %. При использовании S23 в концентрации 10^{-10} М наблюдалось также повышение содержания Хл а и Хл б на 25,9 и 6,8 % соответственно, но зафиксировано снижение содержания Кар на 11 %.

Использование S31 в концентрации 10^{-8} М также приводило к повышению содержания Хл а (24,6 %) и Кар на 11,7 %, и понижение Хл б на 7,8 % соответственно (рисунок 2).

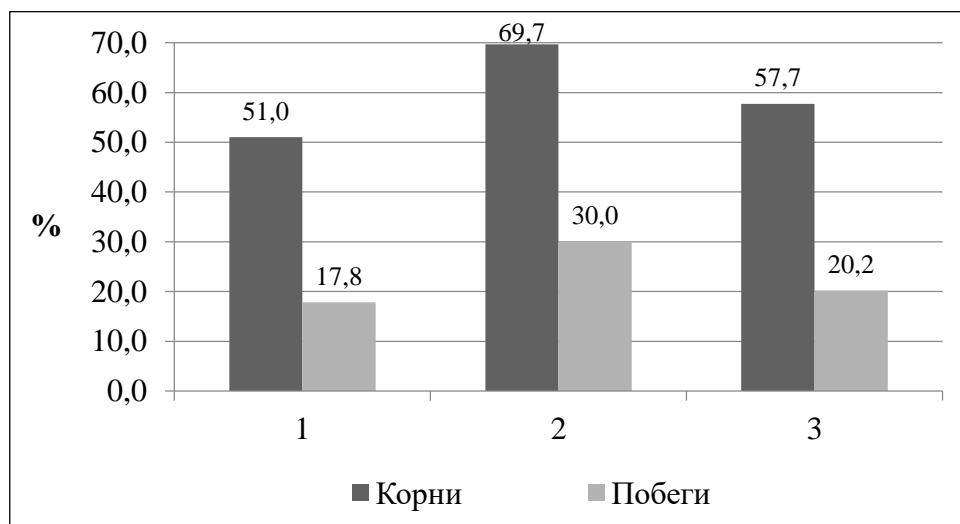


Рисунок 1 – Влияние эпикастастерона и его конъюгатов на морфометрические параметры амаранта трехцветного сорта Бразильский карнавал, в % относительно контроля
 1 – ЭК, 10^{-11} М; 2 – S23, 10^{-10} М; 3 – S31, 10^{-8} М

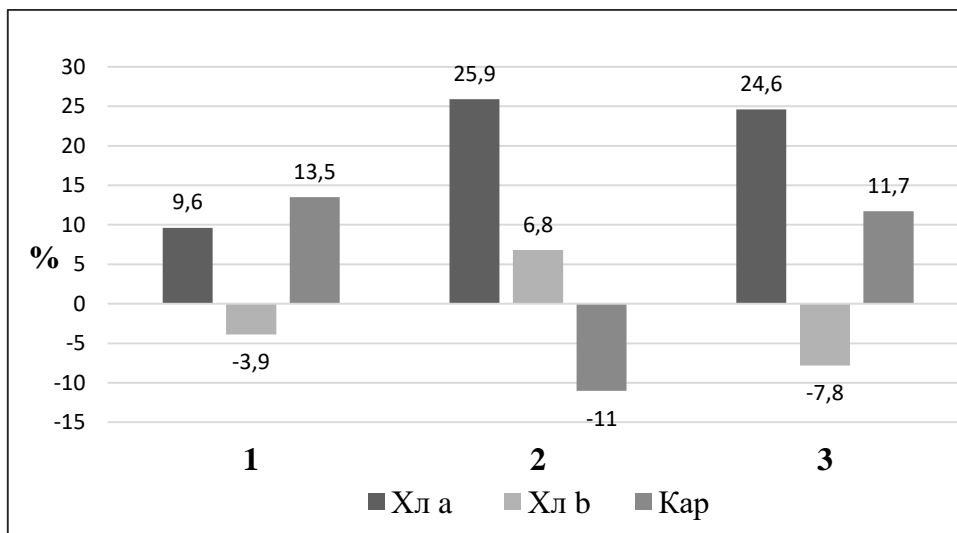


Рисунок 2 – Влияние эпикастерона и его конъюгатов на содержание фотосинтетических пигментов амаранта трехцветного сорта Бразильский карнавал, в % относительно контроля
 1 – ЭК, 10^{-11} М; 2 – S23, 10^{-10} М; 3 – S31, 10^{-8} М

Основные функции в регуляторной деятельности клетки выполняют ферменты антиоксидантной защиты (пероксидаза и каталаза), обеспечивающие нормальный ход окислительных процессов.

В опытах с амарантом трехцветным предварительная обработка семян ЭК и его конъюгатам S23 в концентрации 10^{-10} М приводили к незначительному увеличению активности каталазы в листьях. Так, активность каталазы увеличивалась на 4,2 % и 2,3 % соответственно (рисунок 3). Предварительная обработка семян S31 в концентрации 10^{-8} М приводила к снижению активности каталазы в листьях на 2,3 %.

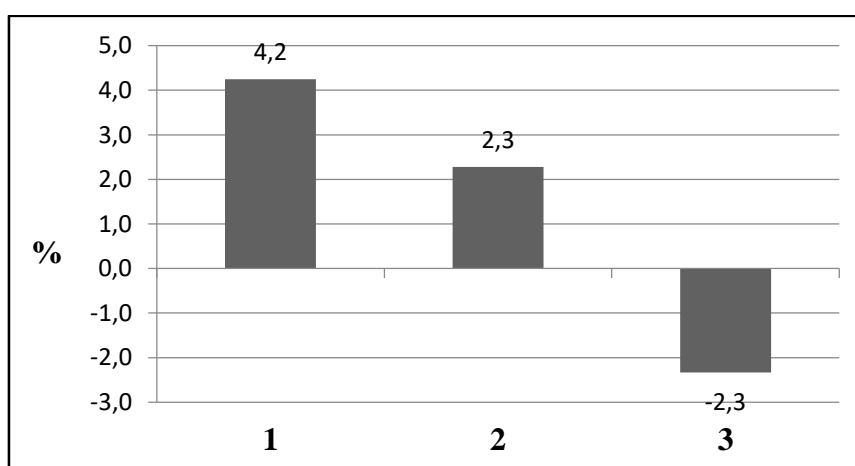


Рисунок 3 – Влияние эпикастерона и его конъюгатов на активность каталазы в листьях амаранта трехцветного сорта Бразильский карнавал, в % относительно контроля
 1 – ЭК, 10^{-11} М; 2 – S23, 10^{-10} М; 3 – S31, 10^{-8} М

Таким образом, по результатам вегетационного лабораторного опыта можно сделать выводы:

– из протестированных веществ и концентраций для амаранта трехцветного сорта Бразильский карнавал максимальным ростостимулирующим эффектом на морфометрические параметры (длину корня и побега) обладает конъюгат эпикастастерона S23 (2-моносалицилат 24-эпикастастерона) в концентрации 10^{-10} М;

– максимальным увеличением содержания основных фотосинтетических пигментов (хлорофилла *a*, хлорофилла *b* и каротиноидов) в листьях амаранта трехцветного обладает конъюгат эпикастастерона S31 (тетраиндолилацетат 24-эпикастастерона) в концентрации 10^{-8} М;

– повышением активности каталазы обладают ЭК (эпикастастерон) в концентрации 10^{-11} М и его конъюгат S23 (2-моносалицилат 24-эпикастастерона) в концентрации 10^{-10} М при использовании предпосевного замачивания семян.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Корзюк, О. В. Протекторное действие эпикастастерона и его конъюгатов с кислотами на растения гороха посевного в условиях влияния ионов свинца / О. В. Корзюк // Весн. Брэсц. ўн-та. Сер. 5, Біялогія. Навукі аб зямлі. – 2023. – № 1. – С. 41–51.

2. Никулин, П. В. Особенности растений амаранта как С4-растения / П. В. Никулин // Сборник научных трудов «Естествознание и гуманизм». – Т.4. – № 1. – Томск, 2007. – С. 46–48.

3. Семена цветочных культур. Правила приемки и методы отбора проб. – Межгосударственный стандарт: ГОСТ 24933.0–81. – Введ. 01.10.86. – М. : Стандартиформ, 2011. – 23 с.

4. Дышко, В. Н. Агрохимические методы исследований: учебно-методическое пособие / В.Н. Дышко, В.В. Дышко, П.В. Романенко – Смоленск : ФГБОУ ВПО «Смоленская ГСХА», 2014. – 48 с.

5. Шульгин, И. А. Расчет содержания пигментов с помощью номограмм / И. А. Шульгин, А. А., Ничипорович // Хлорофилл : сб. науч. ст. под ред. А.А. Шлыка. Минск: Наука и техника, 1974. – С. 121–136.

6. Метод определения активности каталазы / М. А. Королюк [и др.] // Лабораторное дело. – 1988. – № 1. – С. 16–19.

К содержанию

Р. В. КОРПАНОВ

РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ОГРАНИЧЕНИЯ ЭКСПАНСИИ ЗОЛОТАРНИКОМ КАНАДСКИМ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ

Концептуальная модель ограничения экспансии золотарником канадским (*Solidago canadensis* L.) природных и антропогенных экосистем, как и любая информационная модель в общенаучном смысле представляет собой совокупность первичной информации: о засорении и распространении агрессивным видом территорий (*фитомониторинг*); о методах и их эффективности подавления или ограничения экспансии новых территорий (химического, биологического, агротехнического или механического) (*детейлинг*); о адаптивном регулировании засоренности, т.е. принятие практического решения о характере воздействия на объект (радикального или поэтапного ограничения экспансии) (*принятие решения*).

Фитомониторинг. Платформа цифрового фитомониторинга позволит вести мониторинг распространения сорного вида в течение вегетационного сезона, с учетом уязвимых фаз развития агрессора.

Цифровой фитомониторинг (цифровой мониторинг засоренности) – это оперативный инструмент оценки фитосанитарной ситуации аграрных и природных экологических систем (в т.ч. засоренности) реализуемый посредством оптического (машинного) зрения с целью своевременного и рационального применения средств защиты растений (гербицидов) [1].

Цифровой мониторинг фитосанитарной ситуации аграрных и природных экосистем, в том числе засоренности сельскохозяйственных посевов и др. территорий, важный элемент цифровизации отраслей народного хозяйства. Переход с инструментального на цифровой мониторинг аграрных и природных экосистем посредством оптического (машинного) зрения реализуемого с помощью БПЛА или наземных технических средств (в т.ч. беспилотных транспортных средств, роботизированных платформ, тракторов, машинно-тракторных агрегатов и автомобилей с приводом от ДВС, на гибридной- или электротяге) позволит сократить временные затраты при проведении маршрутных обследований посевов сельскохозяйственных культур и других территорий. При этом автоматизация наблюдений за фитосанитарным состоянием посевов, территориями резервации и распространения агрессивных сорных видов (в т.ч. инвазивных) позволит повысить точность прогнозирования появления и контроля уязвимых фаз сорных видов с целью подбора метода защитных мероприятий (химического, агротехнического

или механического) с учетом имеющихся в хозяйстве машин, агрегатов или аппаратов для внесения СЗР с воздуха (агродроны, дельталеты, легкие самолеты и вертолеты) привлеченных у сторонних организаций имеющейся в базах данных цифровой платформы предприятия или глобальной цифровой платформы отрасли народного хозяйства.

Детейлинг. На платформе детейлинга накапливается и ведется подсчет и детальный анализ собранной в процессе цифрового мониторинга первичной информации, храниться и накапливается информация по эффективности методов борьбы с агрессивными видами (*Solidago Canadensis* L. и др.) (химический, агротехнический и механический).

Например, практический интерес представляет применение зарегистрированных в «Государственном реестре средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» на землях несельскохозяйственного назначения, отечественных глифосатсодержащих гербицидов Вольник Супер, ВР (глифосата кислоты, 550 г/л), ООО «Франдеса» и Гроза Ультра, ВР (глифосата кислоты, 550 г/л), ОАО «Гроднорайагросервис» для ограничения экспансии золотарником канадским новых территорий с помощью технологии ультрамалообъемного опрыскивания агродроном, а также наземным способом внесения гербицидов Торнадо 540, ВР (540 г/л глифосата кислоты в виде калийной соли), АО Фирма «Август», Тотал 480, ВР (глифосата кислоты в виде калиевой соли, 480 г/л), ООО «Агро Эксперт Групп» и Вольник Супер, ВР (глифосата кислоты, 550 г/л), ООО «Франдеса». Опытные участки характеризовались высокой плотностью засорения золотарником канадским в 2022 г. (84,6 стеблей/м²) при опрыскивании агродроном с воздуха и наземном внесении в 2023 г. – 36,7–65,3 стеблей/м², а также агрессивно занимающего территорию люпина многолетнего с плотностью 6,7–14,0 стеблей/м². На момент обработки высота растений золотарника канадского составляла в 2022 г. (40–60 см), в 2023 г. – 10–30 см, люпина многолетнего – 10–60 см. Внесение глифосатсодержащих гербицидов осуществлялось агродроном ХАГ 2020 ультрамалообъемным опрыскиванием с нормой расхода рабочего раствора 7 л/га в автоматическом режиме, высота полета 1,5 м, расстояние между галсами 3 м, при температуре 20 °С, ветер 3–4 м/с. Через месяц после внесения биологическая эффективность гербицида Вольник Супер, ВР (4,0–5,0 л/га) составила 62,8–63,8 % (по численности) и 83,1–89,8 % (по массе). Через 60 дней после применения золотарника канадского, высота которого на момент обработки составляла выше 50 см, погиб на 72,3–73,9 % (по численности) и 91,7–93,8 % (по массе). Растения золотарника высотой до 50 см погибли на 100 %. Через 30 дней после применения гербицида Гроза Ультра, ВР (4,0–5,0 л/га) снижение численности золотарника канадского составило 61,7–63,8 % (массы – 81,5–87,5 %). При учете через 60 дней после применения

Гроза Ультра, ВР золотарник канадский высотой до 50 см погиб на 100 %, растения высотой выше 50 см погибли на 66,9–73,9 % (по численности) и на 92,3–92,9 % (по массе) (таблица 1).

Таблица 1 – Биологическая эффективность глифосатсодержащих гербицидов против золотарника канадского внесенных агродроном ХАГ 2020 (полевой опыт, ОАО «Смолевичи-Бройлер», 2022 г.)

Варианты	Численность до обработки, стеблей/м ²	Снижение, % к контролю без обработки гербицидом			
		через 30 дней		через 60 дней*	
		по численности	по массе	по численности	по массе
Контроль	84,6	94,0	1657,0	130,0	2595,0
Вольник Супер, ВР - 4,0 л/га		62,8	83,1	73,9	91,7
Вольник Супер, ВР - 5,0 л/га		63,8	89,8	72,3	93,8
Гроза Ультра, ВР - 4,0 л/га		61,7	81,5	66,9	92,9
Гроза Ультра, ВР - 5,0 л/га		63,8	87,5	73,9	92,3

Примечание: *учет для растений золотарника канадского высотой выше 50 см (эффективность для золотарника ниже 50 см составляла 100 %)

При наземном внесении глифосатсодержащих гербицидов, с содержанием действующего вещества 480–550 г/л, в нормах расхода по препаратам от 1,8 до 3,9 л/га гибель золотарника канадского составляет: через 30 дней после внесения 66,1–94,6 % (по численности) и 84,2–97,9 % (по массе); через 60 дней после внесения 42,4–68,6 % (по численности) и 77,7–92,9 % (по массе). В опыте 1 через 30 дней после внесения Торнадо 540, ВР – 1,8–2,6 л/га (972–1404 г/га глифосата) численность золотарника канадского снизилась на 72,1–94,6 % (масса – на 92,0–97,9 %); через 60 дней после внесения гибель золотарника канадского составила 42,4–53,8 % (по численности) и 77,7–83,7 % (по массе). Опыт номер 2 показал, что при применении Тотал 480, ВР – 2,0–3,0 л/га (960–1440 г/га глифосата) золотарник канадский через 30 дней после внесения погиб на 66,1–71,4 % по численности и на 84,2–85,4 % по массе; через 60 дней – его гибель составила 63,3–67,2 % по численности и 87,5–90,0 % по массе. В опыте 3 через 30 дней после внесения Вольник Супер, ВР (1100–2145 г/га глифосата) численность золотарника канадского снизилась на 71,8–77,8 %, масса – на 91,3–94,3 %; через 60 дней – его гибель составила 67,0–68,6 % по численности и 91,9–92,9 % по массе (таблица 2).

Следует отметить, что к моменту 2-го учета после продолжительной засухи (в период май-июнь) в условиях обильных дождей у оставшихся после прополки стеблей золотарника канадского (высотой 10–15 см) проснулись боковые и прикорневые почки (началось боковое побегообразование). При выборе минимальных норм расхода глифосатсодержащих гербицидов

следует учитывать густоту и плотность других агрессивных видов растений. Так в опыте 1 из-за кулисности создаваемой люпином многолетним к моменту учета через 60 дней эффективность Торнадо 540, ВР (1,8–2,6 л/га) была несколько ниже.

Таблица 2 – Эффективность глифосатсодержащих гербицидов против золотарника канадского и люпина многолетнего на землях не с/х пользования (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2023 г.)

Варианты	Численность до обработки, стеблей/м ² (*)		Снижение, % к контролю без обработки гербицидом							
			золотарника канадского				люпина многолетнего			
	золотарника канадского	люпина многолетнего	через 30 дней		через 60 дней		через 30 дней		через 60 дней	
			по численности	по массе	по численности	по массе	по численности	по массе	по численности	по массе
Опыт 1										
Контроль *	65,3	12,7	86,0	1197,3	105,3	2176,3	31,3	2107,3	46,0	2291,7
Торнадо 540, ВР – 1,8 л/га	43,3	14,0	72,1	92,0	42,4	77,7	68,1	88,0	81,2	97,7
Торнадо 540, ВР – 2,6 л/га	58,0	12,7	94,6	97,9	53,8	83,7	83,0	96,2	72,5	96,8
Опыт 2										
Контроль	40,7	10,0	74,0	1128,0	138,0	2464,3	20,0	2050,7	50,7	2876,0
Тотал 480, ВР - 2,0 л/га	42,7	9,3	66,1	84,2	67,2	87,5	100	100	85,5	98,3
Тотал 480, ВР - 3,0 л/га	46,7	8,0	71,4	85,4	63,3	90,0	100	100	84,2	94,4
Опыт 3										
Контроль	36,7	6,7	78,0	924,3	159,3	2704,3	19,3	2479,7	38,0	2538,0
Вольник Супер, ВР - 2,0 л/га	48,0	7,3	71,8	91,3	68,6	91,9	44,8	88,1	54,4	86,7
Вольник Супер, ВР – 3,9 л/га	72,0	9,3	77,8	94,3	67,0	92,9	100	100	89,5	98,8

Примечания: 1. * в контроле численность золотарника канадского и люпина многолетнего (шт./м²), и масса – (г/м²); 2. (*) – высота растений на момент обработки золотарника канадского (10-30 см), люпина многолетнего (10-60 см).

Также высокую биологическую эффективность глифосатсодержащие гербициды показали против люпина многолетнего. Через 30 дней после применения Торнадо 540, ВР – 1,8–2,6 л/га численность люпина многолетнего снизилась на 68,1–83,0 % (масса – на 88,0–96,2 %); через 60 дней после внесения его гибель составила 72,5–81,2 % (по численности) и 96,8–97,7 % (по массе). При применении гербицида Тотал 480, ВР – 2,0–3,0 л/га гибель люпина многолетнего через 30 дней составила 100 %. Однако, через 60 дней после внесения у некоторых растений люпина многолетнего с погибшей вегетативной массой из прикорневых почек началось израстание листового

аппарата. Биологическая эффективность при этом составляла 84,2–85,5 % по численности и 94,4–98,3 % по массе.

Гербицид Вольник Супер, ВР – 2,0–3,9 л/га через 30 дней после внесения позволил уменьшить численность люпина многолетнего на 44,8–100 %, массу – на 88,1–100 %; через 60 дней после применения люпин погиб на 54,4–89,5 % (по численности) и на 86,7–98,8 % (по массе). Кроме того, следует отметить, что применение глифосатов по растениям, заложившим на момент обработки продуктивные побеги в дальнейшем наблюдалось abortивное цветение с последующим образованием одиночных бобов.

Платформа принятия решения. Эта платформа представляет собой базы данных: зарегистрированных СЗР; наземной опрыскивающей аппаратуры; воздушных судов для внесения средств защиты растений; машин для механической обработки почвы и залежных земель (таблица 3).

Таблица 3 – Пример баз данных по систематизации СЗР, аппаратов для их внесения и машин для рекультивации залежных земель

СЗР (гербициды)	Машины для наземного опрыскивания	Летательные аппараты для внесения СЗР с воздуха	Машины для рекультивации земель
Вольник Супер, ВР	Зубр-600	ХАГ 2020	М500м – 1800 мм
Тотал 480, ВР	ROSA	ДЛ Т30	М450S - 1900 мм
Торнадо 540, ВР	Туман-2М	А60-Х	RFL700
Гроза Ультра, ВР	Stara Imperador 4000	ЛМС-901 «Байкал»	Raptor300 (R)
...	ОП-2000	Tercel	БДТ-7

По результатам мониторинга, детейлинга и анализа складывающейся ситуации в режиме реального времени предлагается решение о ограничении экспансии золотарником канадским природных или антропогенных экосистем.

Таким образом, концептуальная модель ограничения экспансии золотарником канадским новых территорий представляет собой цифровую площадку, на которой будут размещены платформы для фитомониторинга, детейлинга и принятия решения по методу ограничения его экспансии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Корпанов, Р. В. Цифровой мониторинг засоренности – важный элемент агротехнологии / Р. В. Корпанов // Агротайм. – 2023. – № 7 (115). – С. 44–45.

К содержанию

И. Д. ЛУКЪЯНЧИК, М. М. ДЕМЪЯНЧИК

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

**ЗАВЯЗЫВАЕМОСТЬ И ПОМОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ
ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛОДОВ СОРТОВ ЧЕРЕШНИ
КОЛЛЕКЦИОННОГО САДА ЦЕНТРА ЭКОЛОГИИ
БРГУ ИМЕНИ А.С. ПУШКИНА**

Основным показателем перспективности каждого сорта является возможность получения стабильных урожаев за счет успешной реализации биологической продуктивности, которая связана с морфологическими особенностями сортов, условиями произрастания (включая климатические факторы) и полнотой насаждений.

В Государственный реестр селекционных достижений и для широкого промышленного использования в условиях Республики Беларусь включено 16 сортов черешни, большинство из которых созданы усилиями селекционеров Института плодоводства НАНБ. Девять сортов белорусской селекции и три российских сорта составили коллекционный сад вишни и черешни отдела агробиологии Центра экологии БрГУ им А.С. Пушкина, который был заложен в 2019 г. под руководством к.б.н. А.П. Колбаса. Саженцы достаточно хорошо перезимовали (приживаемость 85–100 %) и имели удовлетворительную силу роста на протяжении трех лет.

Цель – оценить завязываемость плодов, а также ряд их помологических и биохимических параметров на стадии потребительской спелости у различных сортов черешни *Prunus avium* L., произрастающих в течение трех лет на территории Центра экологии БрГУ им. А.С. Пушкина.

Полевые исследования проводились в 2022 г. в коллекционном саду вишни и черешни на территории отдела агробиологии Центра экологии БрГУ им. А.С. Пушкина, оценка помологических свойств – на базе кафедры зоологии и генетики, а биохимические исследования – на базе кафедры химии. Объектами исследований являлись 5 сортов черешни *Prunus avium* L., среди которых четыре сорта – селекции НИИ плодоводства НАН Беларуси (Сюбаровская, Медуница, Гастинец, Витязь) и сорт российской селекции – Тютчевка. Сорта отличались сроками созревания (указаны в таблице 1). Учитывался вид опыления сорта: сорт Гастинец – частично самоплодный, остальные сорта – самобесплодные.

Критерии оценки: 1) завязываемость плодов (процент по отношению к количеству цветков); 2) помологические характеристики (масса плода, количество в 100 г, отделяемость от косточки); 3) биохимические характеристики

(содержание сахаров, титруемая кислотность, сахарокислотный индекс, содержание фенольных соединений и антоцианов).

Определение содержания сахаров проводилось с помощью рефрактометра при температуре воздуха 20° С [1]. Показатель преломления для дистиллированной воды: $N = 1,333$. Содержание сахаров выражали в °Брикса.

Титруемую кислотность определяли потенциометрическим методом (0,1М NaOH под контролем рН-метра). Расчет титруемой кислотности производился по яблочной кислоте, т.к. в плодах черешни органические кислоты в большей степени представлены этой кислотой. Кислотность выражали в граммах яблочной кислоты (ЯК) на 100 г сырых плодов (г ЯК/100 г). Сахарокислотный индекс рассчитывали как отношение общего содержания растворимых сахаров к титруемой кислотности [2].

Определение содержания фенольных соединений проводили при помощи спектрофотометрического метода – микроанализа, разработанного на основе классического метода Folin-Ciocalteu, который в настоящее время является стандартным и входит в перечень системы ISO [2, 3]. Для построения калибровочной кривой готовили серию растворов галловой кислоты (ГК) с эффективным диапазоном концентраций от 50 до 500 мг/л. Общее количество фенольных соединений выражали в мг ГК в пересчете на л сока (мг ГК/л). Оптическую плотность смеси измеряли с помощью спектрофотометра (Proscan MC 122, ООО «Проскан специальные инструменты», РБ) при длине волны 765 нм и длине пути светового монохромного луча в 1 см. В качестве раствора сравнения использовали холостую пробу.

Определение общего количества антоцианов проводили рН-дифференциальным спектрофотометрическим методом [2]. Оптическую плотность каждого из полученных растворов измеряли при $\lambda = 520$ и $\lambda = 700$ нм на том же спектрофотометре и выражали в мг мальвидин-глюкозида на мл (мг Mv-glu/мл).

Статистическая обработка результатов велась с использованием программы MS Excel–2010.

Как показал анализ фенологических наблюдений, вступление в период цветения у трехлетних деревьев черешни в условиях Центра экологии БрГУ имени А.С. Пушкина в сезон 2022 г. отмечалось с 28.04 по 01.05, в т.ч. у раннеспелых сортов. Начало периода плодоношения имело более выраженный диапазон различий по сортам: с 29.05 – у сортов раннего срока созревания – Сюбаровская и Медуница, на 5–7 дней позже – у сортов среднего и позднего сроков созревания (Гастинец, Тютчевка, Витязь).

Анализ завязываемости плодов показал, среднеспелый сорт Гастинец являлся частично самоплодным и имел самую низкую величину показателя – 27,30 % (таблица 1). Относительно высокая завязываемость – 54,8 % – имела место у позднеспелого самобесплодного сорта Тютчевка.

Раннеспелые сорта имели 39,83–42,10 % завязавшихся плодов. При этом в коллекционном саде отдела агробиологии Центра экологии БрГУ им А.С. Пушкина присутствуют все необходимые сорта для успешного перекрестного опыления.

Таблица 1 – Завязываемость плодов и их морфо-биохимические параметры на стадии потребительской спелости у сортов черешни отдела агробиологии Центра экологии БрГУ им. А.С. Пушкина

Сорт	Завязываемость Плодов. %	Количество плодов, шт./100 г	Масса плода, г	Содержание раств. сахаров, Брикс	Титруемая кислотность, г ЯК/100 г	Сахарокислотный индекс
Сюбаровская (ранний)	39,83±6,14	28,6±0,9	3,49 ± 0,08	13,3±0,2	0,37±0,03	36,03±2,09
Медуница (ранний)	42,10±4,22	24,4±1,1	4,11±0,10	19,3±0,1*	0,91±0,03	21,20±1,12
Гастинец, (ср.спелый)	27,30±4,87*	15,9±1,8	6,27±1,22 *	15,4±0,1	0,16±0,01	96,13±9,13 *
Тютчевка (поздний)	54,80±6,44*	23,8±1,3	4,17±0,11	14,8±0,2	0,35±0,01	42,40±3,44
Витязь (ср.спелый)	34,19±5,00	31,3±0,5	3,20±0,12	18,6±0,1**	2,11±0,06	8,82±0,04

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

** – достоверно при уровне значимости $p < 0,01$

Анализ результатов морфометрических исследований (таблица 1) плодов с молодых деревьев сезона-2022 показал, что наименьшая завязываемость плодов коррелировала с наибольшей средней массой одного плода и меньшим количеством плодов в навеске 100 г., что было характерно для среднеспелого сорта Гастинец (6,3 г, что, согласно градации [4, с. 344] соответствует крупноплодным), а различия в массе плода остальных сортов не имели достоверности и составляли 3,2–4,2 г, что, согласно градации, следует отнести к мелкоплодным. По консистенции все исследуемые сорта были отнесены к типу бигарро.

Также была установлена различная сортовая изменчивость по некоторым показателям биохимического состава плодов: низкая – по титруемой кислотности плодов (от 0,16 г ЯК/100 г – у сорта Гастинец до 2,11 – у сорта Витязь) и содержанию антоцианов (0,017–0,036 мг Mv-gly/100 мл при максимуме – у Витязя). Средняя изменчивость – по содержанию растворимых сахаров (от 13,30 у раннеспелого сорта Сюбаровская до 19,29 у раннеспелого Медуница) и количеству антоцианов (0,009–0,035). Высокая изменчивость отмечена по сахарокислотному индексу (варьирование составило 8,82

(Витязь) – 96,13 г ЯК/100 г (Гастинец), а также по содержанию фенольных соединений (603,68–760,34 мг/л при максимуме – у Витязя). При этом имела место обратно пропорциональная зависимость между содержанием данных соединений и кислотностью.

Таблица 2 – Общее содержание фенольных соединений и антоцианов в плодах черешни потребительской спелости сортов коллекционного сада отдела агробиологии БрГУ имени А.С. Пушкина

Сорт	Количество фенольных соединений, X ср., мг ГК/100 г /л		Количество антоцианов, мг, Mv-gly/мл	
	X ср.	±SD	Xср.	±SD
Медуница	603,68	2,15	0,018	0,002
Витязь	760,34	21,12	0,036	0,003
Гастинец	388,48	2,47	0,009	0,001
Тютчевка	536,05	10,21	0,035	0,008

Таким образом, была установлена сортовая специфичность черешни коллекционного сада отдела агробиологии Центра экологии БрГУ им. А.С. Пушкина в вегетационный период 2022 года, которая проявлялась в различной степени изменчивости таких параметров как завязываемость плодов, их помологических и биохимических характеристик. Анализ параметров дает основания предположить, что при дальнейшем развитии кроны деревьев и их корневой системы черешня сорта Гастинец в условиях отдела агробиологии будет формировать желтые крупные плоды с отличными вкусовыми качествами. Для применения плодов в качестве источника с высоким содержанием биологически активных соединений, таких, как флавоноиды и каротиноиды, целесообразно использовать сорт Витязь.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рефрактометрия: метод. указ. к лаб. работе / сост.: Б. М. Стифатов, Ю. В. Рублинецкая. – Самара : Самар. гос. техн. ун-т, 2017 – 16 с.
2. Колбас, Н. Ю. Оценка биохимических и дегустационных параметров плодов *Prunus cerasus* L. / Н. Ю. Колбас, А. П. Колбас [и др.] // Биология, 2020. – С. 49–57.
3. Waterhouse, A. L. Determination of Total Phenolics / A. L. Waterhouse // Current Protocols in Food Analytical Chemistry. – 2002. – II.1.1–II.1.8.
4. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Всерос. науч.-исслед. ин-т плодовых культур ; под общ. ред. Е. Н. Седова. – Орел, 1999. – 606 с.

К содержанию

¹Е. А. САМБУК, ²Л. Е. КАРТЫЖОВА

¹Минск, БГУ, биологический факультет, магистрант

²Минск, Институт микробиологии НАН Беларуси

СКРИНИНГ ЭФФЕКТИВНЫХ АЗОТФИКСИРУЮЩИХ И ФОСФАТМОБИЛИЗУЮЩИХ БАКТЕРИЙ РИЗОПЛАНЫ ЛЮПИНА

Ежегодная потребность сельского хозяйства Беларуси в дорогостоящих минеральных удобрениях составляет 1214,1 тыс. тонн д.в. [1]. Экономическое состояние большей части хозяйств не позволяет в полном объеме закупать минеральные удобрения, что в дальнейшем может привести к спаду производства продукции растениеводства. Вовлечение в технологию возделывания экологически безопасных и экономически выгодных препаратов на основе азотфиксирующих и фосфатмобилизующих бактерий является одним из вариантов решения этой проблемы. В связи с этим разработка и внедрение биотехнологий с использованием агрономически ценной микробиоты будут способствовать замене минеральных удобрений на биологические и повышению продуктивности с. х. культур. На сегодняшний день особого внимания заслуживает высокобелковые культуры, позволяющие увеличить объем производимого растительного белка. К таким относится люпин. Его используют в земледелии, животноводстве, лесоводстве, садоводстве, цветоводстве, почвозащитной деле, медицине, парфюмерии, лакокрасочной и пищевой промышленности. В его семенах содержится 30–40 % белка высокого качества и с хорошей переваримостью [2].

В настоящее время в Беларуси созданы новые сорта желтого, узколистного и белого люпинов, которые проявляют высокую устойчивость к фузариозу, имеющие разную направленность использования (зернового, силосного, сидерального), различных морфотипов, в т. ч. детерминантные сорта, которые имеют короткий вегетационный период, что позволяет снизить поражение антракнозом. В Государственный реестр сортов включено 23 сорта люпина, перспективных и уже возделываемых в Беларуси [3]. Благодаря уникальной биологической способности люпина фиксировать атмосферный азот с помощью клубеньковых бактерий появляется возможность снижать дозы минерального азота при возделывании бобовой культуры и получать экологически чистую растениеводческую продукцию [4, 5, 6, 7]. Учитывая то, что продуктивность люпина находится в полной зависимости от его сортовой специфичности и симбиотической активности клубеньковых бактерий подбор комплементарных пар сорт: штамм *Rhizobium* является необходимым

условием при разработке новых биотехнологий по возделыванию бобовых культур. Клубеньковые бактерии являются одним из главных объектов биотехнологии современного сельского хозяйства [8]. Важную роль в биохимических процессах, протекающих в почве, играют также фосфатмобилизующие микроорганизмы. Вместе с азотом, фосфор является одним из ключевых элементов питания растений. Он участвует практически во всех метаболических процессах растений. В почве фосфор содержится в основном в виде недоступных для растений соединений. Фосфатмобилизующие микроорганизмы преобразуют фосфор в доступные для растений соединения, благодаря этому стимулируется их рост и развитие.

Целью настоящих исследований явилось выделение и отбор местных штаммов медленно растущих клубеньковых бактерий люпина *Rhizobium lupini*, ассоциативных азотфиксирующих и фосфатмобилизующих микроорганизмов для дальнейшего создания на их основе ассоциации, оказывающей стимулирующий эффект на рост и развитие растения-хозяина (*Lupinus*).

Объектами исследования служили: люпин узколистный сорта «Василек»; бактериальные изоляты, выделенные из клубеньков, сформировавшихся на корнях люпина № 11, 12, 13, 14, 15, 16, 21, 22, 23, 24, 25, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 41, 42, 43, 44, 45, 46; фосфатмобилизующие изоляты № КРЛ 1, КРТ 2, КРТ 3, КРЛ 4, выделенные из ризосферной почвы люпина (торфяная и дерново-подзолистая).

Выделение изолятов клубеньковых бактерий *Rhizobium lupini* проводили из ризосферной почвы агроценоза люпина. Образцы разных типов почвы (торфяная, дерново-подзолистая) были отобраны в почвенно-климатических условиях Могилевской области. Ризосферную почву с аборигенной ризобийной микрофлорой использовали в качестве инокуляционного материала семян люпина. Проростки люпина, внедренные в агаризованную среду Йенсена и обработанные почвенной суспензией (в разведениях 10^{-1} - 10^{-10}) культивировали в условиях светокультуры в течение 45 суток. В фазу бутонизации-цветения люпина, сформировавшиеся на корнях растений клубеньки, использовали для выделения изолятов *Rhizobium lupini*. Отбор клубеньков проводили на основании биометрических данных роста растений, по окраске (розовой) и размерам клубеньков.

Методом «*host plant trapping*» из клубеньков, сформировавшихся на корнях люпина, в результате инокуляции его проростков почвенной суспензией, приготовленной из дерново-подзолистой почвы в условиях светокультуры, было выделено 25 бактериальных изолятов.

Для выделения фосфатмобилизующих изолятов использовали дерново-подзолистую почву из ризосферы декоративного люпина «Степянка, 2022» (фаза бутонизации – цветения). Для выделения ФМБ осуществляли

посев почвенной суспензии на агаризованную среду Муромцева. В итоге отобрали 4 изолята с максимальной зоной Гало на среде Муромцева.

У всех отобранных изолятов изучалась ростстимулирующая активность. Для азотфиксирующих микроорганизмов использовали метод обработки бактериальной суспензией семян люпина, внедренных в среду Йенсена. Отбор изолятов проводили на основании результатов, полученных за 28 сутки роста растений. Установлено, что в течение 28 дней наблюдений и учета, биометрические показатели роста растений во всех опытных вариантах на 5, 7, 14, 28 сутки превышали контрольные показатели. Необходимо отметить, что начало активного роста растений приходилось на 14 сутки. По результатам данного опыта было отобрано 10 изолятов. Максимальная высота роста отмечалась на 28 сутки роста с изолятом № 43 и составила 29,42 см, что на 15 % превышало контрольную. У изолята № 36 высота роста составила на 28 сутки – 29,0 см, что на 14 % превышает контроль.

Принадлежность бактериальных изолятов к группе *азотфиксирующих микроорганизмов* изучали по изменению окраски на среде DN. Максимальная зона изменения среды при культивировании изолятов на среде DN установлена у изолята № 43 – 0,5 см (1 сутки); 1,2 см (2 сутки).

Для проверки ростстимулирующей активности ФМБ-изолятов семена люпина и кресс-салата замачивали в течении 2 часов в 2 % растворе культуральной жидкости. Проинокулированные семена раскладывали на стерильные фильтры в чашках Петри, проращивали в течение 4 суток, учет проросших семян, длину проростков и их вес (сырой и сухой) проводили на 2, 3, 4 сутки роста, соответственно. Установлено, что применение ФМ-изолята № КРЛ 4 обеспечивает наибольший стимулирующий эффект растениям. Суммарные показатели по всхожести, длине проростков, сырому и сухому превышали контрольные на 75 % у люпина и 36 % – у кресс-салата.

По результатам дифференциально-диагностических исследований бактериальных изолятов, физиолого-биохимическим свойствам и их влияния на рост и развитие растений, для дальнейших исследований, были отобраны изоляты № 36 и 43 (азотфиксирующие) и КРЛ 4 (фосфатмобилизующие).

У трех отобранных изолятов изучили способность к синтезу индолилуксусной кислоты по методу Кравченко. Установлено, что изолят КРЛ4 синтезирует максимальное количество β -ИУК, которое составило 74,97 мкг/мл; изолят № 36 – 19,39 мкг/мл; изолят № 43 – 0,29 мкг/мл.

Используя метод агаровых блоков изучили антагонистические отношения у отобранных культур. Отсутствие выраженной антагонистической активности у исследуемых азотфиксирующих и фосфатмобилизующих изолятов свидетельствует о возможности их совместного применения.

В результате проведенных исследований отобраны перспективные азотфиксирующие и фосфатмобилизующий изоляты, обладающие агрономически-ценными свойствами, не проявляющие антагонистических свойств в отношении друг к другу, оказывающие ростостимулирующий влияние на энергию прорастания и всхожесть семян, в период роста и развития, а также на продуктивность растений. На основании выше сказанного изоляты № 43, № 36 и № КРЛ 4 были отобраны для изучения их физиолого-биохимических свойств и идентификации, оптимизации параметров и условий совместного культивирования, разработки технологии производства и применения микробного препарата для повышения продуктивности новых сортов белого и желтого люпина.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рабочий план по подготовке и проведению весенних полевых работ в 2023 году / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. – Минск, 2023. – 77 с.
2. Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. – Минск, 2022. – 303 с.
3. Такунов, И. П. Люпин в земледелии России / И.П. Такунов – Брянск: Придесенье, 1996. – 372 с.
4. Кожемяков, А. П. Эффективность использования препаратов азотфиксирующих микроорганизмов в сельском хозяйстве / А.П. Кожемяков, Л.М. Доросинский // Тр. ВНИИСХМ. – 1989, Т. 59. – С. 5-13.
5. Картыжова, Л. Е. Отбор конкурентоспособных и эффективных местных штаммов *Rhizobium galegae* // Труды Белорусского Государственного Университета. – 2009. №4. – С. 121-128.
6. Aleschenkova, Z. M. Complex microbial preparation to raise productivity of perennial legume grasses / Z. M. Aleschenkova, L. E. Kartyzhova, A. A. Lantsevich, I. V. Ponteleeva // Материалы Международной научной конференции «С.П. Костычев и современная сельскохозяйственная микробиология». – Ялта, Украина, 8-12 октября 2007. – 102 с.
7. Картыжова, Л. Е. Изучение физиолого-биохимических особенностей *Rhizobium galegae* с целью использования в новых биотехнологиях / Л.Е. Картыжова // Материалы Международной научно-практической конференции «Проблемы и пути повышения эффективности растениеводства в Беларуси». – Жодино, 29 июня 2007. – 279 с.

К содержанию

О. В. СИНЧУК¹, М. А. ЛОГАЧЁВ², Е. И. ЛИСОВСКАЯ¹

¹Минск, БГУ

²Гранада, Гранадский университет (Испания)

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛИЧИНОК ОБЫКНОВЕННОГО МУРАВЬИНОГО ЛЬВА КАК БИОНИЧЕСКОГО ПРОТАТИПА ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИЗНОСОСТОЙКИХ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ СТРЕЛЬЧАТЫХ ЛАП КУЛЬТИВАТОРОВ

Ведение. В современном мире бионический метод в проектировании сооружений и отдельных деталей набирает все большую популярность [1]. Подобный подход не только позволяет добиться высоких эстетических качеств изделия, но и делает его более прочным, износостойким, гибким и легким. Бионическое моделирование в проектировании деталей позволяет приводить к значительной экономии материалов, что связано с наличием полых участков и увеличением прочности изделия [2]. Это несомненное преимущество в сохранении функциональности изделий со снижением ресурсной нагрузки – экологический подход.

Бионический дизайн используется в различных прикладных отраслях: архитектуре, протезировании, космонавтике, биоинженерии, сельском хозяйстве, графике, живописи и др. [1, 3]. При этом реализуется два основных подхода: первый, использование отдельных частей биологических объектов (например, златки в интерьере Зеркального зала Королевского дворца в Брюсселе); второй, создание из подходящих материалов бионического подобия отдельных органов и даже целых организмов.

С целью увеличения срока службы стрелчатых лап культиваторов прорабатывались различные бионические прототипы [4–6]. Основная стратегия при этом направлена на увеличение износостойкости рабочих поверхностей путем упрочнения и моделирования принципиально новой биосперированной поверхности.

Материалы и методы. Исследования проводились в период в 2021–2023 гг. на базе кафедры зоологии биологического факультета Белорусского государственного университета. Бионическим прототипом для исследования послужили личинки *Myrmeleon formicarius* Linnaeus, 1767. Фактический материал собирался на территории Беларуси в различных биотопах, где встречаются открытые песчаные участки и карьеры. Сбор насекомых осуществлялся в соответствии с классическими подходами [7]. При этом осуществлялся отбор личинок 2 и 3 возрастов, у которых более четко выражены

морфологические признаки и окраска. Личинки фиксировались в полипропиленовых пробирках различного объема в 70 % этиловом спирте. Каждая проба снабжалась этикеткой.

При сильном загрязнении личинок помещали в отдельные полипропиленовые пробирки (10 мл) с этиловым спиртом (около 50 % от объема). Пробирки с образцами закрепляли в лабораторном шейкере и оставляли отмываться в течении двух часов. После чего все экземпляры просматривались под стереомикроскопом МБС-9 или Optec SZ780T2L с целью идентификации каждого экземпляра. Определение видов осуществлялось с использованием специализированных ключей [8, 9].

Цифровые изображения личинок муравьиных львов получались на микроскопе Optec с установленным зеркальным фотоаппаратом Canon 1100d. Высушенные экземпляры личинок разных возрастов изучались при помощи электронного сканирующего микроскопа LEO-1455 VP (с приставками) на базе Центра коллективного пользования уникальным научным оборудованием «Белорусский межвузовский центр обслуживания научных исследований» физического факультета БГУ. Измерение на полученных снимках производили с помощью программы ImageJ.

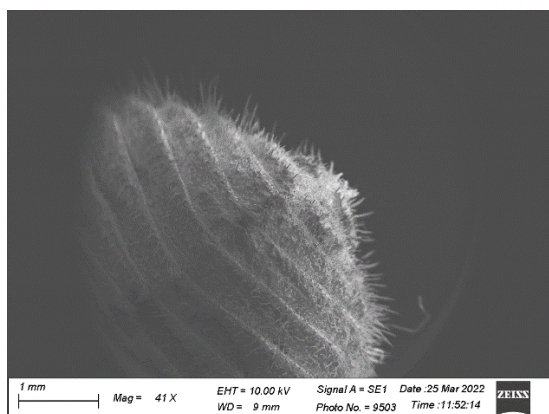
Результаты исследований. Установлено, что среди представителей семейства Myrmeleontidae на территории Беларуси обитают обыкновенный муравьиный лев (*Myrmeleon formicarius* Linnaeus, 1767) и донный (PL), или пляжный (DK) муравьиный лев (*Myrmeleon bore* (Tjeder, 1941)). Чаще всего в воронках-ловушках нами обнаруживались обыкновенные муравьиные львы в связи с чем именно данный вид был выбран в качестве объекта исследования.

Личинки обыкновенного муравьиного льва живут в песке. При этом они формируют коническую ямку – ловчую воронку сидя на дне которой, они охотятся на различных членистоногих. С целью создания ловчей ямки личинки обыкновенного муравьиного льва перемещаются в почве брюшной частью вперед. При этом для уменьшения трения и защиты покровов на поверхности личинки имеют хорошо развитую хетотаксию.

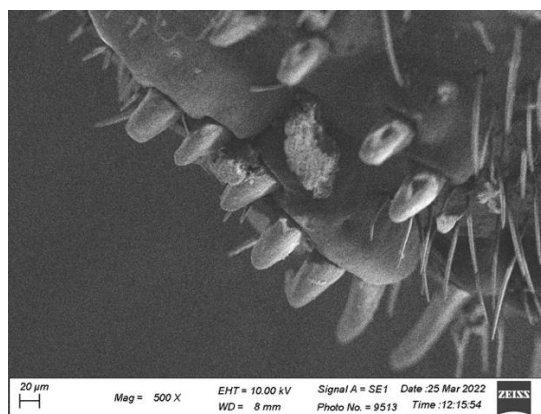
Брюшко образовано 9-ю сегментами. Анальный стернит покрыт сверху короткими волосками и различными видоизменёнными щетинками. У вершины брюшка располагается изогнутый длинный ряд из 14 модифицированных щетинок, а также имеется пара гребней, каждый из которых сформирован 4–5 слитыми между собой копательными лопатковидными щетинками (рисунок).

Учитывая особенности биологии личинок муравьиного льва обыкновенного основную нагрузку при продвижении личинки в почвенной среде принимают на себя копательные щетинки на терминальном сегменте брюшка. Данные щетинки, как раз и могут послужить основой для бионического проектирования износостойких органов почвообрабатывающих сельскохозяйственных машин.

Расстояние между обеими гребнями копательных щетинок варьирует от 108,51 мкм до 139,28 мкм (в среднем 123,76 мкм). В каждом ряду собрано от 4 до 5 щетинок. Расстояние между отдельными копательными щетинками составляет от 28,21 мкм до 84,54 мкм (в среднем 44,87 мкм). Каждая копательная щетинка имеет продольную ребристую скульптуру. Длина данных щетинок: от 56,06 мкм до 67,96 мкм (в среднем 62,01 мкм), ширина у основания щетинки варьирует: от 19,46 мкм до 38,78 мкм (в среднем 29,12 мкм). У утолщенной части копательной щетинки ширина составляет: от 28,72 мкм до 39,95 мкм (в среднем 34,34 мкм).



А



Б

А – брюшные сегменты (вид снизу), Б – терминальный брюшной сегмент с копательными щетинками (вид снизу)

Рисунок – Брюшные сегменты муравьиного льва обыкновенного с элементами хетотаксии

При бионическом проектировании можно использовать как группы копательных щетинок, так и отдельные щетинки при разработке износостойких рабочих поверхностей стрелчатых лап культиваторов. При использовании группы щетинок возможно испытание накладок имитирующих работу гребней у муравьиного льва. При использовании в бионическом дизайне отдельных щетинок стоит рассмотреть заточку и фигурную наплавку на рабочий орган.

Благодарности. Исследования проводились в рамках выполнения НИР «Исследование износостойких биоинспирированных рабочих поверхностей стрелчатых лап культиваторов для ухода за посадками овощных культур» ГПНИ «Сельскохозяйственные технологии и продовольственная безопасность». Авторы приносят благодарность Центру коллективного пользования уникальным научным оборудованием «Белорусский межвузовский центр обслуживания научных исследований» физического факультета БГУ и лично ведущему инженеру радиационной и вакуумной аппаратуры сектора обслуживания научных исследований Гусаковой С.В. за оказанную помощь в проведении исследований методами электронной микроскопии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нахтигаль, В. Бионика / В. Нахтигаль. – М. : ООО «ГД Издательство Мир книги», 2005. – 128 с.
2. Гийо, А. Бионика. Когда наука имитирует природу / А. Гийо, Ж.-А. Мейе. – М.: Техносфера, 2013. – 280 с.
3. Чижов, А. А. Бионика как необходимый новый вектор развития / А.А. Чижов // Интерактивная наука. – 2020. – № 9. – С. 8–16. – DOI 10.21661/r-552948.
4. Бабицкий, Л.Ф. Механико-бионические основы разработки малоэнергоемких рабочих органов почвообрабатывающих машин / Л.Ф. Бабицкий // Агробиологические основы адаптивно-ландшафтного ведения сельскохозяйственного производства: сборник тезисов докладов участников Российской теоретической и научно-практической, юбилейной конференции, посвященной 100-летию создания Академии биоресурсов и природопользования. – Симферополь: Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, 2018. – С. 104–107.
5. Исследование мандибул черного садового муравья в качестве бионической модели для повышения надежности культиваторных лап / В.В. Голдыбан [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2022. – № 55. – С. 251–258.
6. Повышение надежности культиваторных лап за счет упрочнения рабочих поверхностей на основе бионического подхода / Г.А. Ткаченко [и др.] // Современные технологии для заготовительного производства [Электронный ресурс]: сборник научных работ Республиканской научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных работников, докторантов и аспирантов МТФ БНТУ (проводится в рамках 74-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных работников, докторантов и аспирантов БНТУ), 14 апреля 2021 г. / сост. А.П. Бежок. – Мн.: БНТУ, 2021. – С. 149–151.
7. Голуб, М.В. Коллекции насекомых: сбор, обработка и хранение материала / М.В. Голуб, М.Н. Цуриков, А.А. Прокин. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. – 339 с.
8. Кривохатский, В. А. Муравьиные львы (Neuroptera: Myrmeleontidae) России / В. А. Кривохатский; под ред. Г.С. Медведев. – СПб. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2011. – 334 с. – (Определители по фауне России, издаваемые Зоологическим институтом РАН. Вып. 174.).
9. Badano, D. The larvae of European Myrmeleontidae (Neuroptera) / D. Badano, R. A. Pantaleoni // Zootaxa. – 2014. – Vol. 3762, n. 1. – P. 1–71. – DOI: 10.11646/zootaxa.3762.1.1.

К содержанию

А. Н. ТАРАСЮК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

ВЛИЯНИЕ 24-ЭПИКАСТАСТЕРОНА И ЕГО КОНЬЮГАТОВ С КИСЛОТАМИ НА ОТНОСИТЕЛЬНУЮ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ СТАДИЙ МИТОЗА У ГОРОХА

Брассиностероиды, как регуляторы роста и развития растений, находят широкое применение в растениеводстве для увеличения урожайности сельскохозяйственных культур и повышения их устойчивости к действию неблагоприятных факторов среды. Положительное влияние данных соединений на рост и развитие растений установлено для ряда сельскохозяйственных культур, однако число веществ этого класса, обладающих значительной ростстимулирующей активностью, весьма ограничено [1]. В связи с этим важной задачей является поиск новых веществ из класса брассиностероидов, способных оказывать положительное влияние на различные физиолого-биохимические показатели сельскохозяйственных растений. К числу таких веществ относятся конъюгаты брассиностероидов с кислотами, действие которых на растительные организмы остается малоизученным.

Одним из наиболее чувствительных и активно реагирующих на внешние воздействия физиологических процессов, характеризующих влияние биологически активных соединений на рост и развитие растений, является митотическое деление клеток меристематических тканей. В связи с этим изучение влияния брассиностероидов на митоз в клетках меристем открывает широкие возможности регулирования процессов роста и органогенеза растений в целом и, в конечном итоге – их продуктивности.

Целью данного исследования является оценка влияния брассиностероида 24-эпикастастерона и его конъюгатов с кислотами на относительную продолжительность стадий митоза в клетках корневой меристемы гороха.

Экспериментальные воздействия осуществлялись путем замачивания семян гороха посевного сорта Саламанка в течение 5 часов в растворах исследуемых соединений (в контроле семена замачивались в воде). Были использованы растворы 24-эпикастастерона (ЭК), а также его конъюгатов с салициловой кислотой – 2-моносалицилата 24-эпикастастерона (S23) и с индолилуксусной кислотой – тетраиндолилацетата 24-эпикастастерона (S31) в концентрациях 10^{-9} , 10^{-8} и 10^{-7} М.

Семена проращивали в хладотермостате при температуре 20 °С. Через 2 суток после начала проращивания, по достижении корешками длины 1,5–

2 см их фиксировали в свежеприготовленном спиртуксусном (3:1) фиксаторе. Материал выдерживали в фиксаторе при комнатной температуре в течение 24 часов, затем помещали в холодильник и хранили при температуре 4–5 °С до момента приготовления препаратов.

Цитологические препараты клеток корневой меристемы готовили по стандартной ацетоорсеиновой методике [2]. Анализ препаратов проводили 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 стадий митоза определяли как % клеток на данной стадии по отношению к общему количеству делящихся клеток [2].

Полученные результаты по влиянию ЭК, S23 и S31 на относительную продолжительность стадий митоза клеток корневой меристемы гороха посевого представлены на рисунках 1–4.

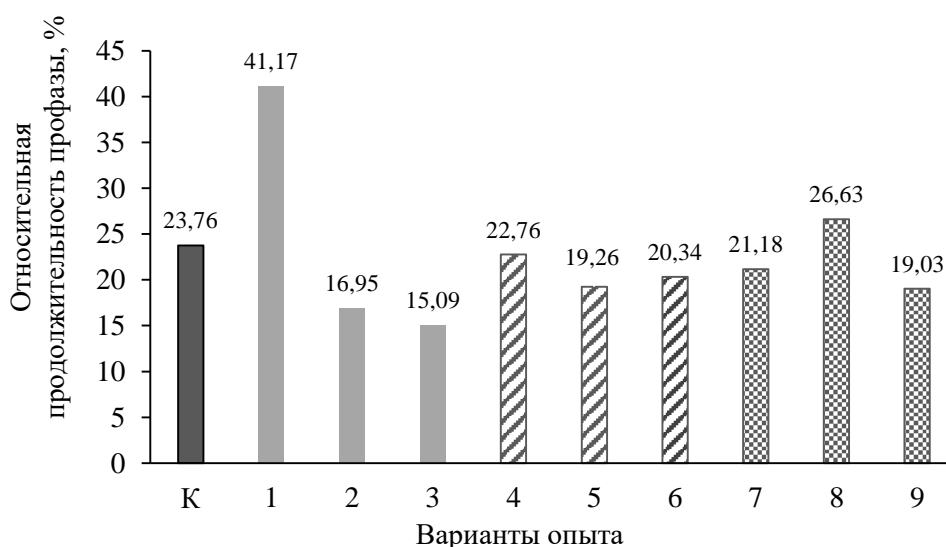


Рисунок 1 – Влияние 24-эпикастерона (ЭК), 2-моносалицилата 24-эпикастерона (S23) и тетраиндолилацетата 24-эпикастерона (S31) на относительную продолжительность профазы в клетках корневой меристемы гороха (К – контроль, 1–3 – ЭК 10^{-9} – 10^{-7} М; 4–6 – S23 10^{-9} – 10^{-7} М; 7–9 – S31 10^{-9} – 10^{-7} М)

Из рисунка 1 следует, что относительная продолжительность профазы увеличивается только при действии ЭК в концентрации 10^{-7} М и S31 в концентрации 10^{-8} М, тогда как во всех остальных вариантах опыта наблюдается уменьшение продолжительности этой стадии митоза.

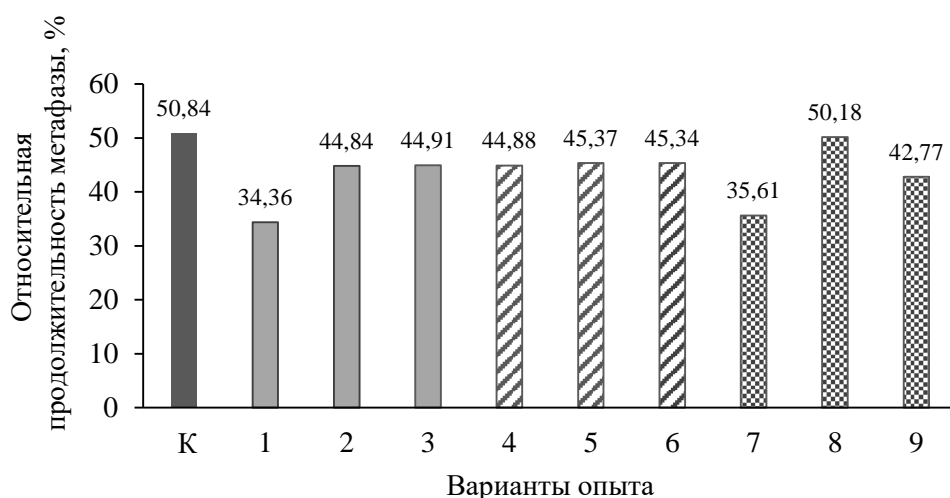


Рисунок 2 – Влияние 24-эпикастерона (ЭК), 2-моносалицилата 24-эпикастерона (S23) и тетраиндолилацетата 24-эпикастерона (S31) на относительную продолжительность метафазы в клетках корневой меристемы гороха (К – контроль, 1–3 – ЭК 10^{-9} – 10^{-7} М; 4–6 – S23 10^{-9} – 10^{-7} М; 7–9 – S31 10^{-9} – 10^{-7} М)

Из данных, приведенных на рисунке 2, видно, что все исследуемые соединения в концентрациях 10^{-9} – 10^{-7} М обуславливают уменьшение продолжительности метафазы. Наибольший эффект вызывают ЭК и S31 в концентрации 10^{-7} М.

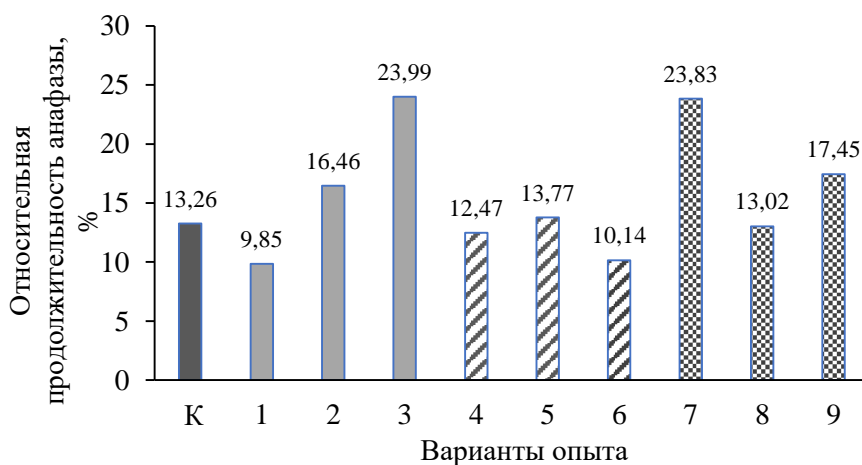


Рисунок 3 – Влияние 24-эпикастерона (ЭК), 2-моносалицилата 24-эпикастерона (S23) и тетраиндолилацетата 24-эпикастерона (S31) на относительную продолжительность анафазы в клетках корневой меристемы гороха (К – контроль, 1–3 – ЭК 10^{-9} – 10^{-7} М; 4–6 – S23 10^{-9} – 10^{-7} М; 7–9 – S31 10^{-9} – 10^{-7} М)

Данные, представленные на рисунке 3, свидетельствуют о том, что как 24-эпикастерон, так и его конъюгаты в определенных концентрациях (ЭК 10^{-8} , 10^{-7} М; S23 10^{-8} М; S31 10^{-9} , 10^{-8} М) вызывают увеличение

продолжительности анафазы митоза, тогда как в остальных вариантах опыта значения показателя снижаются.

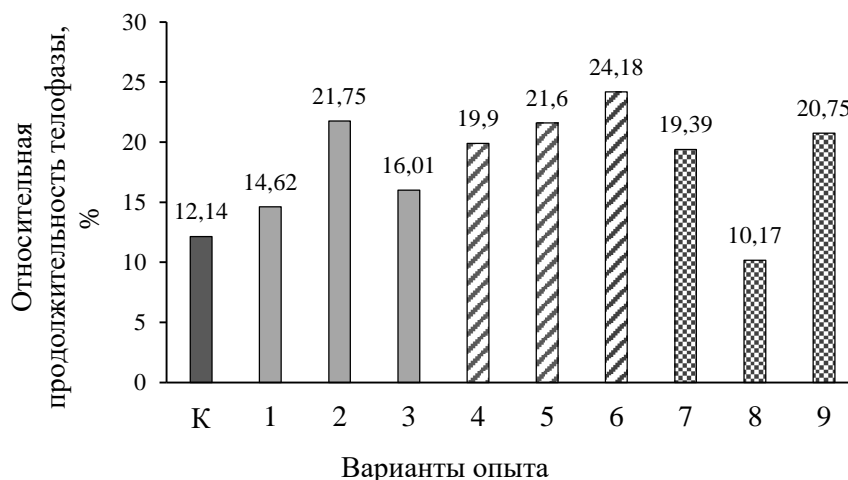


Рисунок 4 – Влияние 24-эпикастастерона (ЭК), 2-моносалицилата 24-эпикастастерона (S23) и тетраиндолилацетата 24-эпикастастерона (S31) на относительную продолжительность телофазы в клетках корневой меристемы гороха (К – контроль, 1–3 – ЭК 10^{-9} – 10^{-7} М; 4–6 – S23 10^{-9} – 10^{-7} М; 7–9 – S31 10^{-9} – 10^{-7} М

Из рисунка 4 следует, что во всех вариантах опыта, за исключением S31 10^{-7} М, наблюдается увеличение продолжительности телофазы. Наибольший эффект отмечается при действии ЭК в концентрации 10^{-8} М, а также S23 и S31 в концентрации 10^{-9} М.

Таким образом, общая тенденция влияния 24-эпикастастерона и его конъюгатов на митоз в клетках корневой меристемы гороха состоит в уменьшении относительной продолжительности профазы и метафазы и увеличении – анафазы и телофазы, что свидетельствует об определенной биологической активности исследуемых соединений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Биологическая активность brassinosterоидов 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.
2. Паушева, З. П. Практикум по цитологии растений / З. П. Паушева. – М. : Агропромиздат, 1988. – 271 с.

К содержанию

В. С. ФИЛАТОВА, С. М. ЛЕНИВКО

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ НА ЛИСТОВОЙ ОРГАНОГЕНЕЗ У РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ ЕЖЕВИКИ

Актуальность проводимых нами исследований обусловлена, во-первых, тем, что подбор питательных сред для микроклонального размножения перспективных сортов позволяет наиболее эффективно раскрыть их морфогенетический потенциал и получить востребованный посадочный материал в нужном количестве. Во-вторых, ежевика пока мало распространена, по сравнению с малиной, однако интерес к ней стремительно возрастает как у населения, так и производителей, поэтому наблюдается спрос на расширение сортимента данной ягодной культуры интродуцированными высокопродуктивными крупноплодными сортами без шипов.

Цель исследования – оценить зависимость процессов листового органоогенеза у различных сортов ежевики от полного (MS) и половинного ($\frac{1}{2}$ MS) минерального состава питательной среды Мурасиге и Скуга.

Объектом исследования явились микропобеги ежевики пяти сортов («Коламбия Стар», «Джамбо», «Карака Блэк», «Гай», «ПАФ» (Прайм-Арк Фридом)) из коллекции пробирочных растений кафедры зоологии, генетики и химии БрГУ имени А.С. Пушкина. Выбор объектов исследования был осуществлен на основе характеристики сортов по данным открытых интернет-источников [1] (срок созревания, урожайность, вкусовые качества, устойчивость к заболеваниям, адаптация к климату, удобство сбора, наличие шипов), которые наглядно раскрывают качества этой новой садовой культуры. Отобранные сорта относились к трем группам по срокам созревания: сорт «ПАФ» – суперранний, сорт «Карака Блэк» – ранний, сорта «Коламбия Стар», «Джамбо» и «Гай» – среднеспелые. Кроме того, сорта «Джамбо» и «Гай» являются ремонтантными. Наибольший выход урожая за полный период плодоношения в сезон (до 12 кг) отмечен у двух сортов «Джамбо» и «ПАФ». Урожайность сорта «Карака Блэк» составляет 5–6 кг. Менее урожайными являются сорта «Коламбия Стар» и «Гай» (4–5 кг). Четыре сорта характеризуются отсутствием шипов, только у сорта «Карака Блэк» есть шипы.

Микропобеги были высажены на два типа питательной среды Мурасиге и Скуга: 1-й тип содержал половинный набор микро- и макросолей, а

2-й тип – полный набор минеральных солей. Оба типа питательных сред содержали одинаковые фитогормоны – гиббереллин и 6-бензиламинопурин в концентрациях 0,5 и 0,1 мг/л соответственно.

Культивирование микропобегов проводили в фитотроне при интенсивности освещения 2500 люкс, 16-часовом фотопериоде и температуре 20–22 °С. Частоту формирования листьев регистрировали на начальном этапе эксперимента, а также на 30-е и 60-е сутки. Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием программы Excel.

В таблице 1 представлена характеристика микропобегов объектов исследования на начальном этапе эксперимента.

Таблица 1 – Характеристика микропобегов различных сортов ежевики на начальном этапе эксперимента

Сорт	Число повторностей	Всего микро-побегов, шт.	Среднее количество листьев в повторности, шт.	Количество листьев на побег, шт.	Тип питательной среды
«Коламбия Стар»	3	21	40,0±2,7	5,76±0,40	½ MS
	3	16	31,7±3,5	6,04±0,95	MS
«Джамбо»	2	10	35,5±12,5	6,88±1,13	½ MS
	2	10	32,0±1,0	6,40±0,20 ^a	MS
«Карака Блэк»	7	48	32,0±2,0	4,72±0,36 ^a	MS
«Гай»	2	10	39,0±2,0	8,21±2,04	½ MS
«ПАФ»	2	10	36,0±5,0	7,29±0,46	½ MS

Примечание – ^a – различия статистически значимы при $P \leq 0,05$ между сортами в пределах одного типа питательной среды и обозначены одинаковыми буквами.

Как показали зарегистрированные данные микропобеги всех высаженных сортов имели в среднем сопоставимое среднее число листьев в повторности. Только у сорта «Коламбия Стар» микропобеги, высаженные на два типа питательных сред, наиболее различались по количеству листьев в повторности. Рассчитанный t-критерий Стьюдента составил 1,91. По показателю «количество листьев на побег» статистически значимо различались между собой только микропобеги сортов «Джамбо» и «Карака Блэк», высаженные на среду с полным набором микросолей (MS).

В таблице 2 представлены характеристики микропобегов сортов ежевики после диагностики на 30-е сутки эксперимента. Полученные данные показали, что у микропобегов сортов «Коламбия Стар» и «Джамбо» статистически достоверно выше среднее количество листьев в повторности на 16,3 и 11,0 шт. соответственно было на питательной среде с половинным набором микросолей (½ MS). По данному показателю установлено, что сорт

«Коламбия Стар» существенно отличался от сортов «Гай» и «ПАФ» (на 21,8 и 16,3 шт. соответственно) на питательной среде $\frac{1}{2}$ MS. По показателю «количество листьев на побег» статистически значимо различались между собой только микропобеги сортов «Коламбия Стар» и «Карака Блэк», культивируемые на питательной среде MS на 2,22 шт.

Таблица 2 – Характеристика микропобегов различных сортов ежевики на 30-е сутки эксперимента

Сорт	Всего микропобегов, шт.	Среднее количество листьев в повторности, шт.	Количество листьев на побег, шт.	Тип питательной среды
«Коламбия Стар»	21	61,3±3,4* ^{ab}	8,81±0,35	$\frac{1}{2}$ MS
	16	45,0±3,2*	8,57±1,06 ^a	MS
«Джамбо»	10	51,0±11,0*	10,17±0,17	$\frac{1}{2}$ MS
	10	40,0±5,0*	8,00±1,00	MS
«Карака Блэк»	48	43,1±1,6	6,35±0,29 ^a	MS
«Гай»	10	39,5±7,5 ^a	8,54±3,21	$\frac{1}{2}$ MS
«ПАФ»	10	45,0±1,0 ^b	9,38±1,88	$\frac{1}{2}$ MS

Примечания: * – различия статистически значимы при $P \leq 0,05$ между типами питательной среды у одного сорта; ^{a, b} – различия статистически значимы при $P \leq 0,05$ между сортами в пределах одного типа питательной среды и обозначены одинаковыми буквами.

В таблице 3 представлены характеристики микропобегов сортов ежевики после регистрации данных на 60-е сутки эксперимента. Полученные данные показали, что наибольшей активностью листового органогенеза характеризовались сорта «Коламбия Стар» и «Карака Блэк» (более 80 шт. листьев в повторности). В целом на питательной среде $\frac{1}{2}$ MS данный процесс проходил активнее. Однако достоверность наблюдаемых различий по среднему количеству листьев в повторности в зависимости от типа питательной среды у сортов «Коламбия Стар» и «Джамбо» не была статистически установлена. Как и на 30-е сутки эксперимента по данному показателю на среде $\frac{1}{2}$ MS сорт «Коламбия Стар» существенно отличался от сортов «Гай» и «ПАФ» на 60,2 и 32,2 шт. соответственно, при этом сорта «Гай» и «ПАФ» также достоверно различались на 27,0 шт. соответственно. Выявлено, что на среде MS у сорта «Карака Блэк» достоверно более активно проходил листовой органогенез чем у сорта «Джамбо», что позволило сформировать в среднем больше на 31,1 шт. листьев в повторности. По показателю «количество листьев на побег» статистически значимо различались между собой как микропобеги сорта «Коламбия Стар» на разных типах питательной среды, так и сортов «Коламбия Стар» и «ПАФ», культивируемые на питательной

среде $\frac{1}{2}$ MS. По данному показателю на питательной среде $\frac{1}{2}$ MS наибольшее значение зарегистрированы у сортов «Коламбия Стар» и «Гай» 6,47 и 6,31 шт. соответственно.

Таблица 3 – Характеристика микропобегов различных сортов ежевики на 60-е сутки эксперимента

Сорт	Всего микропобегов, шт.	Среднее количество листьев в повторности, шт.	Количество листьев на побег, шт.	Тип питательной среды
«Коламбия Стар»	48	103,7±7,2 ^b	6,47±0,07* ^a	$\frac{1}{2}$ MS
	46	83,3±15,0	5,56±0,45*	MS
«Джамбо»	38	67,5±14,5	3,55±0,02	$\frac{1}{2}$ MS
	27	54,5±0,5 ^c	4,07±0,84	MS
«Карака Блэк»	143	85,6±4,7 ^c	4,42±0,41	MS
«Гай»	15	43,5±9,5 ^{ab}	6,31±2,53	$\frac{1}{2}$ MS
«ПАФ»	40	71,5±3,5 ^{ab}	3,59±0,18 ^a	$\frac{1}{2}$ MS

Примечания: * – различия статистически значимы при $P \leq 0,05$ между типами питательной среды у одного сорта; ^{a, b, c} – различия статистически значимы при $P \leq 0,05$ между сортами в пределах одного типа питательной среды и обозначены одинаковыми буквами.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что обе среды положительно влияют на листовой органогенез объектов исследования, при этом прослеживается зависимость данного процесса от генотипа сорта. Установлено, что на 30-е сутки эксперимента лучшая показала себя питательная среда с половинным составом минеральных веществ для сортов «Коламбия Стар» и «Джамбо». На 60-е сутки эксперимента на данном типе питательной среды сохранились лучшие показатели только у сорта «Коламбия Стар». Питательная среда с полным составом микросолей хорошо продемонстрировала себя в отношении сортов «Карака Блэк» и «Коламбия Стар». Среди испытанных сортов наименьшая способность к листовому органогенезу отмечена у сорта «Гай», однако у этого сорта сохраняется высокая облиственность микропобегов. Сорта «Коламбия Стар» и «Гай» имеют сходные характеристики [1], однако сорт «Гай» более адаптивен к климату и заболеваниям, что указывает на перспективность дальнейших экспериментов по подбору условий стимулирующих листовой органогенез.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ежевика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://stroy-podskazka.ru/ezhevika/sorta/kolambiya-star/#tab_description. – Дата доступа: 25.10.2023.

К содержанию

Г. Г. ФИЛИПЦОВА

Минск, Белорусский государственный университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕПТИДНЫХ ЭЛИСИТОРОВ В КАЧЕСТВЕ МОДУЛЯТОРОВ УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ К СТРЕССОВЫМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ

Длительное время ведущее место в защите растений от действия стрессовых факторов биотической и абиотической природы занимал химический метод, основанный на использовании пестицидов, удобрений и синтетических регуляторов роста. Их применение привело к ряду негативных экологических последствий, в частности загрязнению почвы, водоемов и сельскохозяйственной продукции, нарушению равновесия природных экосистем и снижению биоразнообразия. Согласно рекомендациям ФАО (Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН) в настоящее время важнейшей задачей растениеводства является минимизация пестицидной нагрузки и переход к созданию сбалансированных и устойчивых агроэкосистем. Одним из ключевых принципов агроэкологии является сокращение применения токсичных и синтетических материалов и использование естественных средств для борьбы с фитопатогенами и насекомыми-вредителями [1]. Внедрение экологических принципов в сельском хозяйстве позволит защитить, восстановить и увеличить потенциал природных ресурсов в условиях климатических изменений и действия стрессовых факторов [2].

В этой связи особенно актуальным представляется поиск и создание экологически безопасных препаратов на основе соединений, обладающих элиситорными свойствами, т.е. активирующих собственные защитные системы растительного организма и приводящих к индукции неспецифической устойчивости. Наибольший интерес вызывают вещества природного происхождения, такие как пептидные элиситоры. Они проявляют биологическую активность в очень низких концентрациях, не загрязняют окружающую среду, не обладают биоцидным действием, при этом вызывают индукцию фитоиммунитета, что позволяет в полной мере реализовать генетически заложенный потенциал устойчивости растений. Многочисленные примеры участия пептидных элиситоров в развитии защитных ответов растительной клетки свидетельствуют и возможности их использования в растениеводстве с целью активации механизмов индуцированной устойчивости сельскохозяйственных культур к биотическим и абиотическим стрессорам [3, 4, 5].

Нами было исследовано влияние ряда эндогенных и экзогенных пептидов на устойчивость растений к окислительному стрессу (ОС). ОС развивается в растениях при действии различных неблагоприятных факторов и может отражать реакцию организма на комплексное стрессовое воздействие. В качестве объектов исследования были использованы проростки гороха посевного (*Pisum sativum*), сои культурной (*Glycine max*), вигны (*Vigna sp.*) и яровой пшеницы (*Triticum aestivum*). В ходе работы исследована элиситорная активность следующих олигопептидов: AtPep1, GmSubPep, Csp15, MF3, Pep13 и AVR9, синтезированных в Институте биохимической химии НАН Беларуси. Пептиды AtPep1 и GmSubPep представляют собой эндогенные элиситоры, образующиеся в растениях в ответ на повреждение фитопатогенами или действие других стрессоров [5, 6]. Тогда как Csp15, MF3, Pep13 и AVR9 – экзогенные пептиды, синтезируемые патогенными и непатогенными микроорганизмами, которые способны восприниматься растительными клетками и приводить к запуску РТИ (Pattern-Triggered Immunity) [4, 7]. Эксперименты проводились в лабораторных условиях. Надземную часть 10–14-дневных проростков опрыскивали водными растворами пептидов в широком диапазоне концентраций: AtPep1, GmSubPep и Csp15 – 10^{-12} – 10^{-9} моль/л, Pep13 и AVR9 – 10^{-9} – 10^{-6} моль/л, MF3 – 10^{-7} – 10^{-4} моль/л, контроль – без обработки. Выбор концентраций основан на литературных данных об активности данных соединений. Через 24 ч после обработки пептидами проростки подвергали действию ОС, который создавали путем погружения корневой системы в гидроксилгенерирующую смесь, содержащую 10^{-3} моль/л CuCl_2 , 10^{-3} моль/л H_2O_2 и 10^{-3} моль/л аскорбиновой кислоты. Через сутки раствор заменяли дистиллированной водой, и проростки продолжали расти в течение 5–7 дней в стандартных условиях, после чего определяли их морфометрические параметры (массу побегов и корней). Для выявления влияния элиситоров на скорость окислительных процессов через 24 и 48 часов после стрессового воздействия определяли содержание первичных продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ), уровень активных форм кислорода (АФК), активность антиоксидантных ферментов пероксидазы и супероксиддисмутазы.

Полученные результаты свидетельствуют, что исследованные пептиды проявляют элиситорную активность и приводят к повышению устойчивости растений к ОС. Изученные элиситоры оказывают защитный эффект в достаточно низких концентрациях (10^{-8} – 10^{-12} моль/л), за исключением бактериального пептида MF3, демонстрирующего незначительное действие только в концентрации 10^{-4} моль/л. Установлено, что максимальный защитный эффект на проростки исследованных культур в условиях ОС оказывают пептиды AtPep1 и Csp15. Предстрессовая обработка надземной части проростков данными элиситорами в концентрациях 10^{-9} – 10^{-12} моль/л приводит

к существенному снижению негативного действия ОС на рост и развитие растений.

Одним из важнейших показателей устойчивости растений к действию стрессовых факторов является скорость окислительных реакций, которая определяется балансом между двумя противоположными процессами – скоростью образования активных форм кислорода и их детоксикацией. Последняя, в свою очередь, зависит от мощности антиоксидантной системы растения. Избыточное накопление АФК вызывает активацию свободно-радикального и перекисного окисления липидов, белков, ДНК, РНК и других клеточных компонентов и развитие окислительного стресса [8]. Напротив, высокая активность антиоксидантных систем обеспечивает быстрое восстановление окислительно-восстановительного статуса клеток и адаптацию растительного организма к стрессовому воздействию.

Анализ уровня первичных продуктов ПОЛ показал, что в условиях ОС их содержание в листьях исследованных культур возрастает на 35–80 % по сравнению с контролем в зависимости от вида растения. Предстрессовая обработка проростков пептидами приводит к снижению скорости окислительных процессов. Максимальный защитный эффект выявлен для пептида AtPep1 в концентрации 10^{-9} моль/л, в данном варианте опыта уровень продуктов ПОЛ в листьях растений сравним с контролем либо незначительно его превышает. Другие пептиды оказывают схожее действие, но оно проявляется в меньшей степени.

Определение антиоксидантных ферментов позволило выявить, что под действием элиситоров происходит модификация их активности. Установлено, что обработка проростков пептидными элиситорами AtPep1, Csp15 и Pep13 вызывает быстрое (в течение 2–4 часов) повышение активности пероксидазы и супероксиддисмутазы, которая поддерживается на высоком уровне в течение нескольких суток. Очевидно, что именно индукция антиоксидантных ферментов под действием элиситоров обуславливает выявленный нами эффект по снижению уровня продуктов ПОЛ в условиях стресса. Пептиды MF3 и AVR9 оказывают менее выраженное влияние на активность исследованных ферментов, что также коррелирует с их влиянием на содержание продуктов перекисного окисления липидов.

Показано, что под действием элиситоров происходит увеличение уровня АФК, являющихся важными сигнальными агентами [3]. Так, обработка растений пептидом AtPep1 уже через 2 ч приводит к повышению содержания АФК в листьях гороха в 2–3 раза по сравнению с контролем. Увеличение времени воздействия пептида до 24 ч вызывает снижение данного показателя, через 48 ч после обработки он достигает исходного уровня. Полученные результаты позволяют предположить, что обработка надземной

части растений пептидом AtPep1 приводит к запуску путей сигнальной трансдукции с участием АФК.

На основании полученных результатов можно сделать заключение, что пептиды AtPep1, GmSubPep, Csp15, Pep13 и в меньшей степени MF3 и AVR9 проявляют элиситорные свойства. Обработка растений данными соединениями приводит к индукции АФК-зависимых сигнальных систем, активации антиоксидантных ферментов и снижению скорости окислительных процессов, что, в конечном итоге, вызывает увеличение устойчивости растений к действию окислительного стресса. Исследованные пептиды могут быть использованы при разработке экологически безопасных препаратов, активирующих защитные системы растительных организмов и повышающих неспецифическую устойчивость к стрессовым факторам как биотической, так и абиотической природы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Agroecological principles and elements and their implications for transitioning to sustainable food systems / Wezel A. [et al] // *Agronomy for Sustainable Development*. – 2020. – V. 40. – P. 1–13.
2. *Agroecological Crop Protection* / J.-P. Deguine, [et al]. – Springer: Science+Business Media B.V. Dordrecht, 2017. – 280 p.
3. Albert, M. Peptides as trigger of plant defence / M. Albert // *J. of Experimental Botany*. – 2013. – V. 64. – P. 5269–5279.
4. MAMP (microbe-associated molecular pattern) triggered immunity in plants / Newman, M.A. [et al] // *Front Plant Sci*. – 2013. – V. 4. – P. 139.
5. Huffaker, A. An endogenous peptide signal in *Arabidopsis* activates components of the innate immune response / A. Huffaker, G. Pearce, C. A. Ryan, // *PNAS USA*. – 2006. – V. 103. – P. 10098–10103.
6. Bartels, S. Quo vadis, Pep? Plant elicitor peptides at the crossroads of immunity, stress, and development / S. Bartels, T. Boller, // *J. of Experimental Botany*. – 2015. – V. 66. – P. 5183–5193.
7. Jones, J. D. The plant immune system / J. D. Jones, J. L. Dangl // *Nature*. – 2006. – V. 444. – P. 323–329.
8. Чиркова, Т. В. Физиологические основы устойчивости растений. – СПб. : Изд-во Санкт-Петербургского ун-та, 2002. – 244 с.

К содержанию

О. Г. ЯКОВЕЦ, М. А. КРУГЛЕНЯ

Минск, БГУ

ВЫЯВЛЕНИЕ ГОРМЕЗИСНОГО ЭФФЕКТА ГЛИФОСАТА НА ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУРАХ

Наличие гормезиса неоднократно отмечается исследователями при изучении действия различных стрессовых факторов на живые организмы. В литературных источниках можно встретить разные определения этого биологического явления, однако, по своей сути, все они сводятся к неспецифическому стимулирующему эффекту малых доз (концентраций) стрессора по сравнению с повреждающими воздействиями высоких доз (концентраций). В литературе сообщается о гормезисе, вызываемом малыми дозами радиации, используемыми для обеззараживания воды химическими соединениями, а также средствами защиты растений, в частности, гербицидами. Так, выявлен гормезисный эффект глифосата, при его действии на *Phaseolus vulgaris* L., *Cicer arietinum* L., *Lactuca sativa* L., *Solanum lycopersicum* [1, 2, 3, 4].

Нами была предпринята попытка выявления гормезисного эффекта глифосата на некоторых злаковых культурах. В качестве объектов исследования были выбраны 10-дневные проростков ярового тритикале (*×Triticosecale* Wittm. & A. Camus) сорта Узор и яровой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) сорта Дарья, выращенные рулонным методом в стеклянных сосудах в присутствии 10^{-7} , 10^{-6} , 10^{-5} , 10^{-4} М растворов глифосата. Контролем служила дистиллированная вода. Измерялись линейные размеры проростков и определялась их масса. Выращенные проростки представлены на рисунках 1 и 2.

В результате проведенных экспериментов выявлено, что под действием глифосата в концентрации 10^{-7} М наблюдалось достоверное уменьшение *длины корней тритикале* по сравнению с контролем в 3,6 раз. При увеличении концентрации гербицида до 10^{-6} М и 10^{-5} М выявленный эффект снижался – длина корней проростков уменьшалась в 1,6 и 1,7 раз, соответственно. Присутствие в среде выращивания глифосата в максимальной использованной концентрации (10^{-4} М) приводило к уменьшению длины корней в 7,7 раз.

Под действием глифосата в концентрации 10^{-7} М наблюдалось достоверное уменьшение *длины побегов тритикале* по сравнению с контролем в 3,6 раз. Увеличение концентрации гербицида в 10 раз (до 10^{-6} М) вызывало достоверное увеличение длины побегов по сравнению с контролем в 1,3 раз.

В присутствии в среде выращивания глифосата в концентрации 10^{-5} М достоверных изменений линейных размеров побегов не наблюдалось. В концентрации 10^{-4} М глифосат вызывал достоверное уменьшение длины побегов по сравнению с контролем в 1,4 раза. Под действием глифосата в концентрации 10^{-7} М наблюдалось достоверное уменьшение массы проростков тритикале по сравнению с контролем в 1,4 раза.

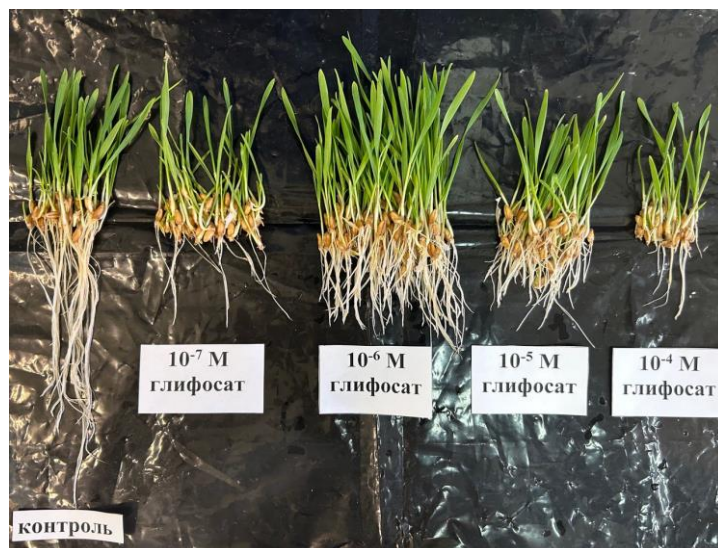


Рисунок 1 – Проростки ярового тритикале сорта Узор



Рисунок 2 – Проростки яровой пшеницы сорта Дарья

Наличие в среде выращивания глифосата в концентрации 10^{-5} М приводило к уменьшению *массы проростков тритикале* в 1,2 раза. Гербицид в концентрации 10^{-4} М вызывал уменьшение массы проростков в 1,6 раза. В

присутствии глифосата в концентрации 10^{-6} М достоверных изменений массы проростков не наблюдалось.

В результате проведенных измерений линейных размеров и определения массы проростков *пшеницы* выявлено, что под действием глифосата в концентрации 10^{-7} М наблюдалось достоверное увеличение *длины корней* по сравнению с контролем в 1,2 раза, в концентрации 10^{-6} М – в 1,1 раз, в концентрации 10^{-5} М – в 1,2 раз. Присутствие в среде выращивания глифосата в максимальной тестируемой концентрации (10^{-4} М) приводило к достоверному уменьшению *длины корней* в 12,2 раза.

Под действием глифосата в концентрации 10^{-7} М, 10^{-6} М, 10^{-5} М достоверных изменений *длины побегов пшеницы* по сравнению с контролем не наблюдалось. В концентрации 10^{-4} М глифосат вызывал достоверное уменьшение *длины побегов* по сравнению с контролем в 3,3 раза.

Под действием глифосата в концентрации 10^{-7} М, 10^{-6} М, 10^{-5} М достоверных изменений *массы проростков пшеницы* по сравнению с контролем не выявлено. Гербицид в концентрации 10^{-4} М вызывал уменьшение массы проростков в 3,3 раз.

Таким образом, на основе проведенного анализа изменений линейных размеров и массы проростков можно заключить, что гербицид глифосат в концентрации 10^{-6} М способен активировать рост побегов ярового тритикале, а в концентрациях 10^{-7} , 10^{-6} и 10^{-5} М – рост корней яровой пшеницы.

Следовательно, можно говорить о некотором гормезисном эффекте гербицида глифосата в отношении ярового тритикале сорта Узор и яровой пшеницы сорта Дарья.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Silva, C. J. Efeito hormese de glyphosate em feijoeiro / J. C. da Silva, O. Arf, G. A. X. Gerlach, C. S. Kuryiama, R. A. F. Rodrigues // Pesq. Agropec. Trop. – V. 42, №. 3. – P. 295–302. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1983-40632012000300008>.

2. Abbas, T. Glyphosate hormesis increases growth and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) / T. Abbas, M. A. Nadeem, A. Tanveer, A. Zohaib, T. Rasool // Pak. J. Weed Sci. Res. – 2015. – V.21, № 4. – P. 533–542.

3. Belz, R. G. Herbicide hormesis – can it be useful in crop production? / R.G. Belz, N. Cedergreen, S.O. Duke // Weed Research – 2011. – № 51. – P. 321–332. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2011.00862.x>.

4. Khan, S. Effects of glyphosate on germination, photosynthesis and chloroplast morphology in tomato / S. Khan, J. L. Zhou, L. Ren, A. Mojiri // Chemosphere. – 2020. – Vol. 258. – P. 1–10.

К содержанию

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ И ПРОСВЕЩЕНИЕ

УДК: 612.2

А. И. ВОЛОДЬКО

Гродно, ГрГУ имени Я. Купалы

СПИРОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ У СТУДЕНТОВ В РАЗЛИЧНЫЕ ВРЕМЕННЫЕ ПЕРИОДЫ

В работе показано отличие некоторых спирометрических показателей в зависимости от пола молодых людей. Установлено, что со временем, данные показатели увеличиваются, что свидетельствует об улучшении функциональных показателей внешнего дыхания у молодых людей.

Ключевые слова: спирометрия, внешнее дыхание.

Здоровье человека и окружающая его среда представляют собой неразделимое. Органы дыхания постоянно подвергаются воздействию вредных веществ, которые содержатся в загрязненном атмосферном воздухе. Многие болезни органов дыхания обусловлены экологической обстановкой, например, промышленные выбросы в атмосферу, лесные пожары, дымление торфяников, последствия аварии на Чернобыльской Атомной электростанции.

На сегодняшний день более 90 % людей во всем мире дышат воздухом, уровень загрязнения которого превышает допустимые нормы. В Организации Объединенных Наций загрязнение воздуха признано одной из основных угроз здоровью человека и планеты. Вещества-загрязнители являются причиной примерно трети смертей от инсульта, хронических респираторных заболеваний и рака легких.

Ежедневно с 15 килограммами вдыхаемого воздуха в организм человека проникает больше вредных веществ, чем с водой, с пищей, с грязных рук и через кожу. При этом ингаляционный путь поступления загрязнителей в организм является и наиболее опасным. Загрязнение воздуха – серьезная угроза не только здоровью населения, но и окружающей среде [1].

По данным Программы Организации Объединённых Наций по окружающей среде (ЮНЕП), загрязнение воздуха вызвано, в основном, следующими видами деятельности человека: сельское хозяйство, транспорт, промышленность, отходы и домашнее хозяйство.

По прогнозам экспертов, через 30–40 лет зависимость физического состояния и самочувствия граждан от экологических факторов возрастет до 50–70%. Наибольшее влияние на здоровье людей оказывает их образ жизни, который вполне может подвергаться коррекции, что является социальной проблемой [2].

В последние годы огромное внимание уделяется исследованию функций внешнего дыхания у людей методом спирометрии, который позволяет отслеживать, есть ли нарушения или изменения органов дыхания.

Цель работы: выявить и сравнить половые различия спирометрических показателей у девушек и юношей в возрасте 19-20 лет в различные временные периоды.

Исследование состояния дыхательной системы проводили у лиц обоих полов, обучающихся в Гродненском государственном университете имени Янки Купалы в возрасте от 19 до 20 лет. Данные получены при помощи прибора спирометра «МАС-1». Оценивали количество информации, отображенной в протоколе спирометрического исследования, и сравнивали полученные данные, которые обрабатывали с помощью программы Statistica 10.0 для Windows с нахождением ($M \pm m$). Достоверными считали различия между контрольной и опытной группами при значениях $p < 0,05$ [3].

При сравнении спирометрических показателей у девушек с таковыми исследования, проведенными в 1986 г., сразу после аварии на Чернобыльской Атомной электростанции, определено достоверное увеличение со временем следующих средних величин: жизненной емкости легких (ЖЕЛ) на 14 %, дыхательного объема (ДО) на 9,7 %. Таблица 1.

Таблица 1 – Показатели жизненной ёмкости легких (ЖЕЛ) и дыхательный объем (ДО) у девушек в возрасте 19–20 лет в различные временные периоды

Показатель	ЖЕЛ (в л)		ДО (в л)	
	1986 год	2022-2023 года	1986 год	2022-2023 года
19-20 лет (n=27/31)	2,77±0,04	3,16±0,08*	1,03±0,03	1,13±0,02*

Примечание: n – численность выборки, * – статистически значимое различие группы девушек в сравнении с 1986 годом ($p < 0,05$)

При исследовании тех же показателей у юношей происходит достоверное увеличение со временем средних величин: жизненная емкость легких (ЖЕЛ) на 15,3 %, дыхательного объема (ДО) на 9,7 %. Таблица 2.

Можно предположить, что выявленная разница средних величин в различные временные периоды происходит благодаря грамотной санитарно-просветительской деятельности и профилактической работе медицинских организаций, постоянной агитации здорового образа жизни среди молодых людей. Одной из таких, на наш взгляд мер, является принятие антитабачных законов: запрет на рекламу сигарет, повышение акцизов на табачные изделия, предупреждения на сигаретных пачках и запрет на курение в общественных местах и на работе.

Таблица 2 – Показатели жизненной ёмкости легких (ЖЕЛ) и дыхательный объем (ДО) у юношей в возрасте 19–20 лет в различные временные периоды

Показатель	ЖЕЛ (в л)		ДО (в л)	
	1986 год	2022-2023 года	1986 год	2022-2023 года
19-20 лет (n=18/27)	3,98±0,09	4,59±0,10*	1,13±0,02	1,24±0,01*

Примечание: n – численность выборки, * – статистически значимое различие группы юношей в сравнении с 1986 годом (p<0,05)

Таким образом, можно сделать вывод – за исследованный период времени произошло некоторое увеличение функциональных показателей внешнего дыхания как среди девушек так и юношей, что возможно связано со здоровым образом жизни молодых людей и увеличением природоохранных мероприятий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Прокопова, А. Ю. Загрязнение воздуха – один из основных факторов риска для здоровья населения / А. Ю. Прокопова, О. Н. Рындова // научная статья по наукам о здоровье, ГрГМУ. – 2015. – 115–117 с.
2. Чикина, С.Ю., Черняк, А.В. Спирометрия в повседневной врачебной практике / С. Ю. Чикина, А.В. Черняк // Лечебное дело. – 2007. – №2. – 29–37 с.
3. Реброва, О. Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA / О. Ю. Реброва. – М. : Медиа Сфера, 2003. – 312 с.

К содержанию

УДК 372.857

А. С. ДЯТЧИК, Л. В. КОВАЛЕВСКАЯ

Гродно, ГрГУ имени Я. Купалы

ИНТЕЛЛЕКТ-КАРТА КАК МЕТОДИЧЕСКИЙ ПРИЕМ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТЕМЫ «ВЫСШИЕ СПОРОВЫЕ РАСТЕНИЯ»

Качество обучения напрямую зависит от степени развития у учащихся навыков к восприятию и обработке учебного материала. Поэтому разработка определенных методик и умение грамотно их использовать помогут учащимся справиться с большим объемом изучаемой информации. Не менее важным методом визуализации учебной информации является интеллект-карта.

Интеллект-карта, известная также как ментальная карта или ассоциативная карта (с английского «*mind map*» – «карты ума», «интеллект-карты», «карты памяти», «ментальные карты», «ассоциативные карты») – это способ изображения процесса общего системного мышления с помощью схем. Также может рассматриваться как удобная техника альтернативной записи. Метод использования интеллект-карт разработан британским психологом Тони Бьюзенем в 1974 году.

Интеллект-карта – это инструмент, позволяющий эффективно структурировать информацию, мыслить, используя весь свой творческий и интеллектуальный потенциал [1].

Ментальная карта составляется поэтапно:

1. На первом этапе пишется ключевая ступень или глава, которая относится к центральной идее. Ключевое название должно состоять из 1-2 слов и четко выделяться среди остальных составляющих.

2. На втором этапе – добавляются связанные подтемы или важные пункты, но имеющие чуть меньшую значимость или положение в конкретном примере.

3. На третьем необходимо перейти к детализации.

Чтобы наглядно представить иерархию, необходимо на разных уровнях использовать различные цвета или уменьшать размер шрифта по мере удаления от центра.

Например, применение ментальных карт при изучении плауновидных формирует у обучающихся более полное понимание и представление о систематике и биоразнообразии видов данного отдела и может выглядеть так (рисунок 1):

Интеллект-карта всегда будет обладать древовидной структурой, где четко видна иерархия между элементами.

Технологию построения интеллект-карты можно использовать в образовательном процессе при постановке целей обучения по каждой теме, изложении нового материала на уроках, где интеллект-карта может быть составлена учителем заранее либо составляться совместно с учащимися в процессе объяснения темы на занятии, обобщении и систематизации учебного материала, а также проведении контроля знаний или использовании в качестве раздаточного материала.

Для привлечения внимания учащихся интеллект-карта обладает свойствами наглядности, привлекательности и, как следствие, повышенной запоминаемости [2].

Данный методический прием визуализации информации является одним из самых эффективных, поскольку, для того, чтобы учащийся смог составить интеллект-карту необходимо проанализировать и понять изложенный учебный материал, что устраняет пробелы в знаниях.

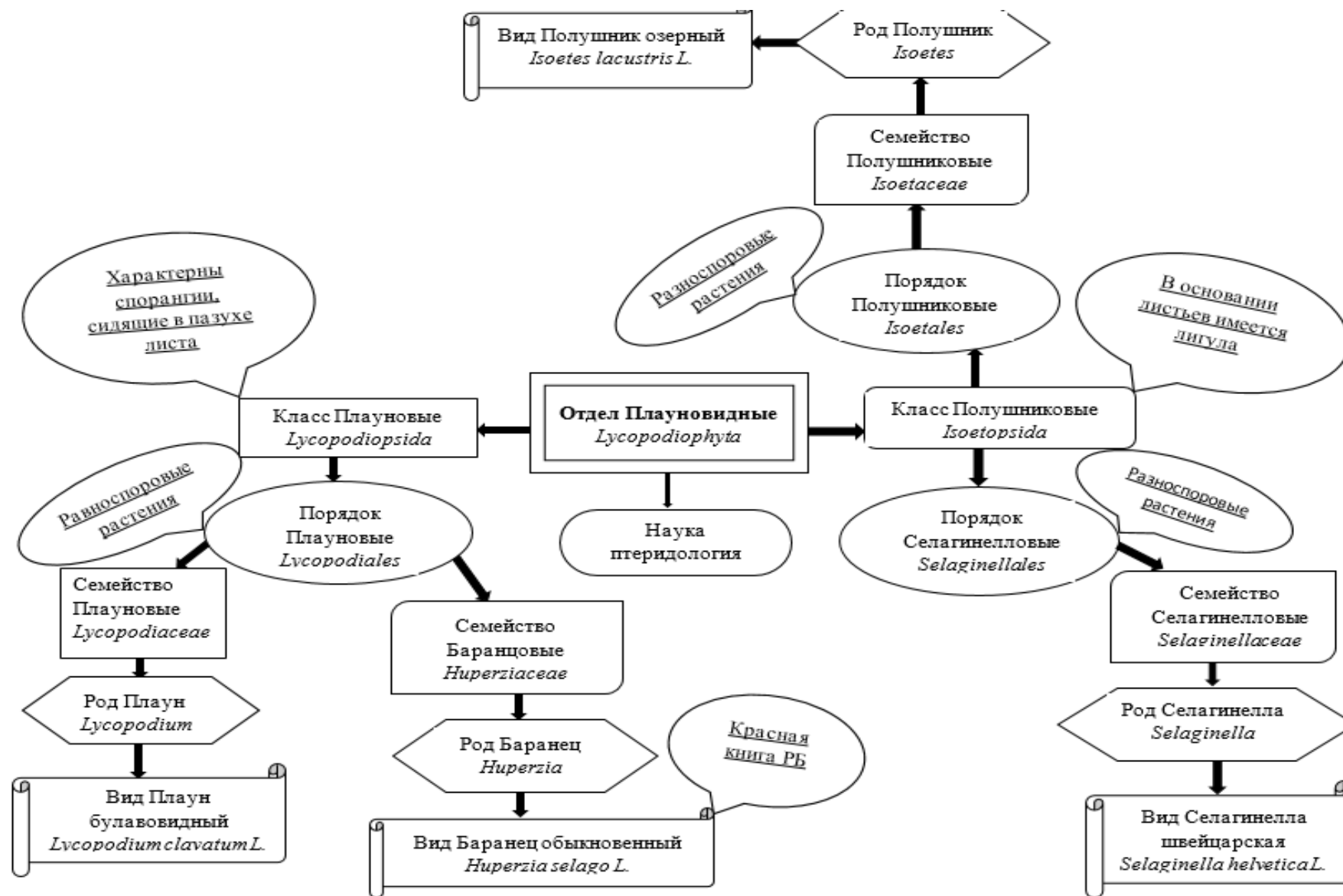


Рисунок 1– Интеллект-карта «Систематика Плауновидных»

Количество конспектируемого материала значительно уменьшается, но при этом не теряется научная ценность и полученные знания сохраняются в памяти намного дольше, а доля усвояемого материала в разы выше, так как вспомнить интеллект-карту проще, чем линейный материал, при этом развивается познавательная активность учащихся на уроке.

На основании вышеизложенного необходимо отметить, что метод «интеллект-карт» является графическим отображением естественных процессов мышления, в котором задействованы все ментальные способности. При этом увеличивается процент усвояемого учебного материала и, как итог, повышается качество обучения. Поэтому использование данной технологии в образовательном процессе является целесообразным.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ершова, А. С. Использование метода интеллект-карт в учебном процессе / А.С. Ершова // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://infourok.ru/user/ershova-anna-sergeevna5/blog/ispolzovanie-metoda-intellektkart-v-uchebnom-processe-122269.html> – Дата доступа: 30.03.2023.

2. Блинова, А. Что такое интеллект-карты и как применять их в обучении / А. Блинова // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://skill-box.ru/media/base/chto-takoe-intellektkarty/> – Дата доступа: 25.03.2023.

К содержанию

УДК 712.253:712.03

Е. М. КУЛИНКА

Минск, ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси»

ОЦЕНКА КУЛЬТУРНО-ИСТОРИЧЕСКОЙ ЗНАЧИМОСТИ И ТУРИСТСКОГО ПОТЕНЦИАЛА СТАРИННЫХ УСАДЕБНЫХ ПАРКОВ ИВАЦЕВИЧСКОГО РАЙОНА

Старинные усадьбы и прилегающие к ним парки представляют собой перспективные и интересные объекты культурного наследия Беларуси, являются уникальными и своеобразными примерами садово-паркового строительства страны XVIII – XIX вв. Изучение старинных усадебных парков имеет существенное значение для экологического образования и просвещения населения страны.

Данные парки представляют собой яркие примеры природных музеев, где можно наблюдать разнообразие растительного и животного мира, а

также изучать историю развития ландшафтного искусства страны. На примере данных объектов можно в полной мере изучать, как человек влияет на окружающую среду, и какие последствия могут возникнуть от неконтролируемой деятельности, что помогает сформировать экологическое сознание и ответственность перед природой.

В последние десятилетия в связи с изменением климатических условий, ростом городов и необходимостью создания зон рекреации, стала особенно актуальна проблема сохранения и восстановления старинных усадебных парков. Они, как правило, нуждаются в восстановлении, размещении необходимых объектов обслуживания посетителей, элементов оборудования и благоустройства.

Большинство сохранившихся старинных садово-парковых объектов Беларуси под влиянием различных факторов претерпели значительные планировочные и композиционные изменения. Они неоднократно перестраивались, видоизменялись, разрушались, были подвержены значительным антропогенным нагрузкам, к которым не предназначены. Вместе с тем в композиции насаждений происходили и естественные изменения, связанные с процессом роста и старения растительности и климатическими особенностями территорий. Во многих парках длительное время не проводилось должного ухода за растениями, что повлияло на их внешний вид, состояние и сохранность. Перечисленные факторы оказали существенное влияние на первоначальный художественный замысел и стилистические особенности садово-парковых объектов [1, с. 74].

Существует ряд признаков, позволяющих осуществить некоторую дифференциацию объектов садово-паркового искусства, их классификацию, определяющую принципы подхода к восстановлению. При этом выделяются такие признаки, как ценность, время создания, степень урбанизации местоположения объекта, градостроительное окружение и роль в системе озеленения, ведомственная принадлежность, стиль пространственно-композиционного решения, степень сохранности, характер использования в настоящее время, профиль использования после реставрации [2, с. 297].

На территории Ивацевичского района в результате исследования было выявлено и обследовано 11 старинных усадебных парков с ценными историко-культурными и ботаническими объектами. Они представляют собой перспективные и интересные объекты культурного наследия Беларуси, являются уникальными и своеобразными примерами садово-паркового строительства страны XVIII–XIX вв.

Чтобы правильно определить приемы ландшафтной организации территорий и определить возможность, необходимость и эффективность ревитализации объектов, была разработана балльная шкала оценки, которая включает критерии, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Шкала оценки культурно-исторической значимости и туристского потенциала старинных усадебных парков Ивацевичского района

Критерий	Характеристика	Оценка, балл
Историческая ценность	1-я пол. XVIII в.	5
	2-я пол XVIII в.	4
	1-я пол. XIX в.	3
	2-я пол. XIX в.	2
	Кон. XIX в.	1
Архитектурная ценность	полная сохранность усадебного дома и других построек (или были восстановлены)	5
	частичная сохранность усадебного дома и/или других построек	4
	сохранность фундаментов усадебного дома и/или других построек	3
	строительство на месте усадебного дома и/или других построек современных сооружений	2
	отсутствие каких-либо данных	1
Ботаническая ценность	парк внесен в список историко-культурных ценностей страны	5
	парк сохранился, но не внесен в список историко-культурных ценностей страны	4
	парк частично сохранился	3
	сохранились единичные экземпляры зеленых насаждений	2
	парк не сохранился	1
Известность	имеет мировую известность	5
	имеет известность на республиканском уровне	4
	имеет известность на областном уровне	3
	имеет известность среди специалистов и жителей ближайших районов	2
	известен только специалистам или имеются только архивные сведения	1
Наличие туристической инфраструктуры	включен в основные туристские маршруты республики	5
	включен в некоторые туристские маршруты	4
	располагается вблизи мест массового отдыха	3
	располагается вблизи прохождения туристских маршрутов либо в городах	2
	полное отсутствие туристской инфраструктуры	1
Транспортная доступность	располагается на пути автомобильных дорог республиканского значения	5
	располагается вблизи автомобильных дорог республиканского значения	4
	располагается по дороге районного значения	3
	располагается вблизи дороги районного значения	2
	располагается на проселочной дороге	1
Эстетическая составляющая	субъективное мнение исследователя	5-1

С учетом предложенного подхода максимальный балл оценки имеет усадьба Костюшко в г. Коссово (рис. 1). В настоящее время на ее территории располагается мемориальный музей-усадьба имени Тадеуша Костюшко, где полностью сформирована инфраструктура, в связи с чем в восстановлении парк не нуждается.

Среди изученных старинных усадебных парков 5 имеют оценку менее 50 % от общей суммы баллов: усадьба Полубинских в д. Гривда (48,6 %), усадьба Халецких в д. Хороща (48,6 %), усадьба Юндилов в д. Сеньковичи (34,3 %), усадьба Юндилов в ур. Рудня (37,1 %), усадьба Огинских «Гоноратин» в г.п. Телеханы (42,8 %). На территориях данных парков не представляется возможности их восстановления для современного использования в связи с невыгодным местоположением, ведомственной принадлежностью и другими факторами.

Больше 50 % от возможной суммы баллов имеют усадьба Юндилов в г. Ивацевичи (77,1 %), усадьба Юндилов «Регинов» в д. Волька (57,1 %), усадьба Юндилов в ур. Грудополь (71,4 %), усадьба Юндилов в д. Юголин (51,4 %), усадьба Кралецких «Плянта» в д. Бытень (71,4 %). Данные объекты являются перспективными для восстановления, поскольку имеют наиболее сохранившуюся ландшафтную организацию, богатую историю и выгодное местоположение.

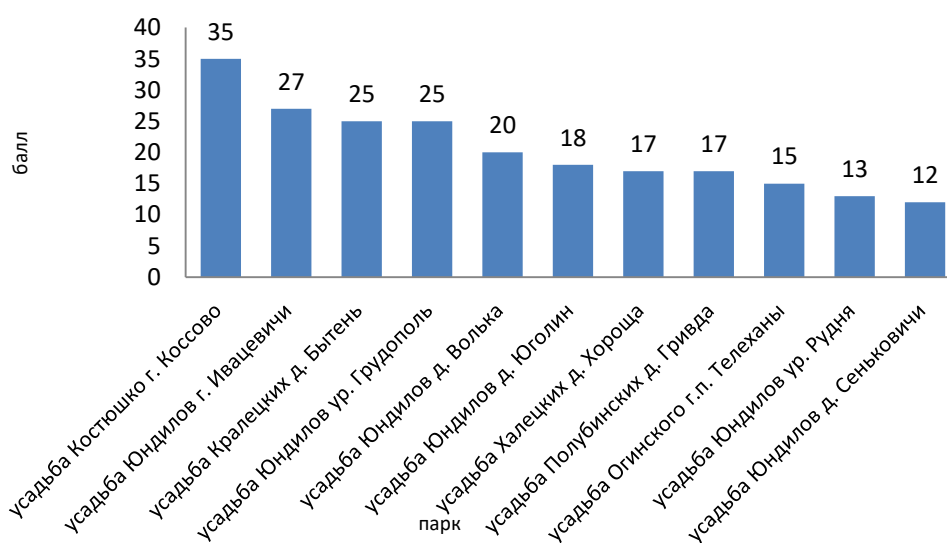


Рисунок 1 – Балльная оценка культурно-исторической значимости и туристского потенциала старинных усадебных парков Ивацевичского района

Таким образом, можно отметить, что некоторые парки в Ивацевичском районе в конечном итоге почти утеряны вследствие неправильного использования территорий, отсутствия своевременных мероприятий по уходу и поддержанию ботанических и архитектурных объектов. Однако, имеются

старинные парки, которые представляют собой ценные и перспективные примеры садово-паркового искусства региона, могут быть использованы для развития культурно-исторического и туристического потенциала Ивацевичского района, а также экологического воспитания населения.

Изучение старинных усадебных парков может стать стимулом для создания новых парков и зон отдыха, где приоритетным вопросом будет являться сохранение природы и ее богатства. Это позволит создать экологически чистые и привлекательные места для отдыха и релаксации, где люди смогут наслаждаться красотой природы и одновременно сохранять ее. Следовательно, сохранение старинных парков является важной задачей, которая требует особого внимания и подхода. Это позволит сохранить красоту и уникальность данных объектов культурного наследия, а также защитить природу и здоровье людей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Парк и отдых. Тенденции развития парков. Сб.научн.тр. / НИИ культуры. Редакционная коллегия: А. П. Вергунов, Л. Г. Лабурдова, Е. М. Петоян (ответственный редактор). – М., 1991. – 74 с.

2. Ерохин, В.И. Озеленение населенных мест: Справочник / В. И. Ерохина, Г. П. Жеребцова, Т. И. Вольфтруб и др.; Под ред. В.И. Ерохиной. – М.: Стройиздат, 1987. – 297 с.

К содержанию

УДК 581.6

А. Н. МЯЛИК, А. П. ЯКОВЛЕВ, О. А. ГАЛУЦ, С. К. БАКЕЙ
Минск, Центральный ботанический сад НАН Беларуси

ОПЫТ ПОДГОТОВКИ ИЛЛЮСТРИРОВАННОГО СПРАВОЧНИКА-ОПРЕДЕЛИТЕЛЯ РАСТЕНИЙ ТОРФЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ БЕЛАРУСИ

Одним из наиболее ценных и доступных видов полезных ископаемых в Беларуси является торф. В настоящее время его глубокая комплексная переработка продиктована не только необходимостью наиболее полного использования ценных свойств этого полезного ископаемого, но и требованиями рационального расходования его запасов. Соответственно вопросы экологизации искусственно приготовленных грунтов, основным компонентом которых является верховой или низинный торф, не теряют своей актуально-

сти. Одной из важнейших проблем, возникающей при добыче, складировании и хранении сырья на производственном участке, является чрезмерное содержание жизнеспособных семян растений в торфяном субстрате, что сопряжено с прямым экономическим ущербом производителю.

В связи с этим возникала необходимость подготовки специального издания, предназначенного не только для идентификации сорных растений специалистами-практиками, но и для эффективного контроля роста нежелательных растений на торфяных месторождениях и участках переработки.

Для того, чтобы издание было удобным, понятным и эффективным в использовании при его подготовке учитывались следующие требования:

- создание системы упрощенной идентификации растений на основе простых описаний в виде условных обозначений, сопровождаемых большим количеством иллюстраций, позволяющих отличить виды;
- четкое выделение нежелательных видов растений, для каждого из которых предлагаются экологически безопасные способы уничтожения и контроля численности без использования химических средств;
- соблюдение принципов экологизации и учет возможности произрастания видов растений, нуждающихся в охране.

Для составления списка видов, произрастающих в пределах торфяных месторождений, были выполнены натурные обследования данных территорий, фотографирование самих растений, выявление их экологических и биологических особенностей, полезных и отрицательных качеств.

По результатам исследований в справочник-определитель были включены 292 вида сосудистых растений, принадлежащие к 189 родам и 57 семействам, которые встречаются в пределах торфяных месторождений Беларуси на различных стадиях их хозяйственного использования. Для всех растений указано их систематическое положение, название на русском, белорусском и латинском языках, эколого-биологические и хозяйственные свойства. Кроме типичных болотных видов и сельскохозяйственных сорняков в справочник было решено включить чужеродные инвазионные виды, а также охраняемые растения, с целью минимизации экологического ущерба. Общий вид описания каждого растения в иллюстрированном справочнике-определителе представлен на рисунке 1.

Гарантией надежной идентификации растений является использование большого количества изображений, представленных в нем растений. При составлении иллюстрированного справочника-определителя использованы авторские фотографии. Большинство рисунков растений заимствованы из атласа «Nordens flora» [1]. Поскольку данный определитель предназначен, в первую очередь, для неподготовленных специалистов, было ре-

шено не использовать специальные ботанические термины, а заменить значками описания морфологических, биологических и экологических особенностей растений (рисунок 2).






Рисунок 1 – Примеры оформления справочника определителя



Для более удобного использования атлас структурирован на несколько смысловых блоков, которые выделяются цветовыми полосами на полях страниц. В начале следуют наиболее примитивные споровые растения (плауны, хвощи и папоротники), которые не имеют цветков и чаще могут быть обнаружены в вегетативном состоянии. Соответственно, данная группа растений выделена зеленым цветом. Все древесные растения и крупные кустарники, которые могут встречаться на торфоразработках, выделены коричневым цветом по аналогии с окраской их коры. Остальные травянистые растения и небольшие кустарнички разделены на блоки согласно окраске их цветков и соцветий: красная, синяя, желтая и белая. Серым цветом выделены растения с невзрачными цветками, среди которых преобладают осоки и злаки. В настоящее время такой подход достаточно часто применяется при подготовке определителей растений для широкого круга пользователей (например, «Атлас дикорастущих растений Ленинградской области») [2].






ЖИЗНЕННАЯ ФОРМА

-  травянистый однолетник (растение, жизненный цикл которого от всходов до образования семян происходит за один вегетативный сезон (яровой сорняк);
-  травянистый двулетник (растение, образующее в первый год жизни розетку прикорневых листьев, а на второй год жизни цветет и плодоносит (озимый сорняк);
-  травянистый многолетник (многолетнее растение с продолжительным жизненным циклом на протяжении которого происходит регулярное цветение и образование семян);
-  древесное растение (растение из группы деревьев, кустарников либо кустарничков, стебли которого одревесневают);




ПРОИСХОЖДЕНИЕ ВИДА

-  аборигенный вид (представитель местной флоры Беларуси);
-  адвентивный (заносной вид, проникший на территорию Беларуси из других природных регионов);




ТРЕБОВАНИЯ К ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ

-  сухая (растение, предпочитающее сухую хорошо дренированную почву);
-  умеренно-влажная (растение умеренно-влажных почв без застойного увлажнения);
-  влажная (растение, предпочитающее хорошо увлажненную почву, либо растущее в воде);

ТРЕБОВАНИЯ К ПЛОДОРОДИЮ ПОЧВЫ

-  бедная (растение не требовательное к уровню плодородия почв, либо предпочитающее бедные азотом песчаные или торфяные почвы);
-  умеренно-плодородная (растение, требующее для нормального развития плодородных почв);
-  плодородная (растение, приуроченные к почвам с высоким уровнем плодородия);

ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВЕЩЕННОСТИ

-  светолюбивое растение (растет на открытых, хорошо освещенных солнцем местах);
-  теневыносливое растение (растет в полутени или выносит незначительное затенение);
-  тенелюбивое растение (для нормального развития требует затененных условий);

ДРУГИЕ СВОЙСТВА РАСТЕНИЙ

-  охраняемое (вид имеет категорию охраны Красной книги Республики Беларусь, либо включен в список растений, нуждающихся в профилактической охране);
-  инвазионное (чужеродный для флоры Беларуси вид, который проявляет агрессивные свойства, вытесняет местные виды и наносит тем самым экологический ущерб);
-  ядовитое (растение части которого имеют ядовитые свойства для человека либо животных);
-  сорняк с высокой семенной продуктивностью (растение выделяется особенностью давать огромное количество семян и засорять тем самым почву);
-  сорняк с высокой вегетативной подвижностью (растение способно активно распространяться благодаря образованию корневищ, отпрысков, столонов);
-  растение подлежит удалению (данный вид с сорными или инвазионными свойствами желательно удалить для предотвращения засорения почвы и грунтов).
-  - методы борьбы с сорными растениями;
-  - особо вредоносные сорняки и инвазионные виды, подлежащие первоочередному уничтожению.

Рисунок 2 – Система условных обозначений свойств растений, размещенная на форзацах справочника

Для видов с сорными свойствами были предложены также экологически безопасные способы борьбы без использования химических средств, которые отобраны на страницах атласа под каждым сорным растением:

- боронование поверхности грунта (весеннее, летнее, осеннее);
- кошение или удаление всходов в весенний период;
- скашивание в период массового цветения;
- укрытие мест произрастания черной пленкой или плотной агротканью (150 г/м²);
- кошение или выкопка растений в течение всего вегетационного периода.

Таким образом, в результате проделанной работы подготовлен иллюстрированный справочник определитель, предназначенный в первую очередь для предприятий, ведущих разработку торфяных месторождений и производство торфогрунтов. Удобная и простая система навигации по справочнику, множество изображений и система условных значков делает издание полезным и для более широкого круга пользователей – учителей, студентов, преподавателей и любителей природы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Nordens flora / av Mossberg L. Stenberg. – Stockholm : Bonnier Fakta, 2018. – 975 s.

2. Атлас дикорастущих растений Ленинградской области / науч. ред. Е. В. Баранова. – М. : Товарищество научных изданий КМК, 2018. – 685 с.

К содержанию

УДК 635.92 (476)

Е. Д. ОСИПУК

Минск, Центральный ботанический сад НАН Беларуси

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОЛЛЕКЦИИ НАРЦИССОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ И ПРОСВЕТИТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Центральный ботанический сад – это крупнейший в Беларуси центр по сохранению биоразнообразия мировой флоры, ведущее научное учреждение в области интродукции и акклиматизации растений, один из национальных лидеров в области физиологии, биохимии и биотехнологии растений, экологии и охраны окружающей среды, уникальный природно-растительный комплекс, который используется в образовательной и просветительской деятельности [1].

В коллекциях Сада представлены растения из разных уголков нашей страны и зарубежья. Собранный генофонд настолько разнообразен и оригинален, что привлекает внимание посетителей с ранней весны до поздней осени. Организуемые сотрудниками Сада экскурсии по коллекциям цветочно-декоративных, древесно-кустарниковых растений знакомят всех желающих с особенностями их сезонного развития, декоративными характеристиками, спецификой выращивания в открытом грунте. Одновременно коллекции Сада являются образовательной базой для студентов-биологов высших и средних учебных заведений, а также школьников профильных классов.

Для просветительской деятельности населения также используются коллекции, одной из которых являются нарциссы – многолетние луковичные растения весеннего срока цветения.

Формирование коллекции нарциссов в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси началось с 1958 г. К настоящему времени она объединяет 431 сорта английского, голландского, ирландского, американского, австралийского и новозеландского происхождения, а также три вида и одну форму. Согласно международной классификации в ней представлены нарциссы 11-и из 12-и садовых групп: трубчатые, крупнокорончатые, мелкокорончатые, махровые, триандрусовые, цикламеновидные, жонкиллиевидные, тацеттовидные, поэтические, дикорастущие виды, разрезнокорончатые [2]. Их численный состав неодинаков. Наиболее многочисленны группы крупнокорончатых (187), разрезнокорончатых (71), трубчатых (54), мелкокорончатых (44) и махровых сортов (22), охватывая 92,4 % коллекционного фонда. На долю остальных садовых групп нарциссов приходится небольшое количество таксонов.

Коллекционные растения размещены на грядах шириной 120 см с 50-сантиметровыми дорожками между ними. По периметру коллекционного участка высажена белоокаймленная хоста.

Использование коллекции нарциссов в образовательной и просветительской деятельности предполагает работу с ней в рамках школьного учебного процесса, высшего биологического образования или эколого-биологического просвещения. Изучая сортовое и видовое разнообразие коллекционного фонда нарциссов, обучающиеся закрепляют такие базовые понятия, как жизненная форма растений, отличительные признаки класса Однодольных, семейства Амариллисовых, рода Нарцисс, их анатомо-морфологические особенности. Оценивается строение цветков представителей рода и, зависящее от него, деление нарциссов на садовые группы. Обучающиеся и любители-цветоводы знакомятся с вегетативным размножением нарциссов и способами его повышения путем неглубоких надрезов донца, механического деления крупных луковиц на части или парные чешуи. Оценивают

также возможность нарциссов разных садовых групп завязывать семена, которые могут быть использованы в селекционном процессе. Изучают технологические особенности выращивания нарциссов в открытом грунте такие, как глубина посадки на разных типах почв, сроки проведения подкормок, время выкопки, продолжительность выращивания без пересадки.

Приобретаются навыки сортировки луковиц. Отбирается посадочный материал, пригодный для получения цветочной продукции во внеурочное для нарциссов время (выгонка). Осваиваются агротехнические мероприятия, позволяющие добиться цветения растений в зимний период.

Практические работы по выкопке сортов коллекции, сортировка посадочного материала, закладка коллекции на новом месте позволит закрепить полученные теоретические знания.

Фенологические наблюдения за ростом и развитием нарциссов позволят установить начало и продолжительность их цветения, ранжировать сорта на ранние, средние и поздние, оценить состояние растений в период вегетации, что даст возможность выявить вредителей и болезни.

На базе коллекции закрепляются теоретические знания, отрабатываются практические навыки по систематике, селекции, гербарному делу, микрклональному размножению, агрохимии.

Виртуальный экскурс в Англию 16 века познакомит обучающихся с нарциссным бумом, который заставлял жителей туманного Альбиона покупать для своего сада луковицу только что появившегося нарцисса за баснословную цену – 5 фунтов стерлингов, что соответствовало в ту пору 2 кг серебра [3].

Оценка распространения видовых нарциссов на каменистых склонах гор, влажных предгорных и горных лугах стран Средиземноморья и юга Европы позволит очертить ареал их местообитания в природе.

Занятия по ландшафтной архитектуре познакомят с возможностями использования нарциссов в зеленом строительстве такими, как групповая посадка на газоне, у края водоемов, на каменистых горках, в миксбордере, на рабатках, клумбах, массивами перед хвойными растениями, что будет способствовать совершенствованию технологии совместного выращивания нарциссов с другими цветочно-декоративными растениями.

В рамках просветительской программы будут проводиться тематические экскурсии. В ходе которых посетителям будет дана возможность узнать не только историю культуры, ассортимент, но и секреты агротехники.

Таким образом, использование коллекции нарциссов в образовательной и просветительской деятельности позволит выявить наиболее декоративные сорта нарциссов разных сроков цветения, пригодные для выращивания в условиях Центрального региона республики, а заинтересованным лицам поможет приобрести необходимый посадочный материал через торговую сеть ботанического сада.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственное научное учреждение «Центральный Ботанический Сад Национальной Академии Наук Беларуси». Научное издание / состав. : И. К. Володько, Л. В. Гончарова – Минск: Конфидо, 2022 – 80 с.
2. Декоративные травянистые растения для открытого грунта. Том 1. 1977. – Ленинград : Наука, Ленингр. отд., Л. 1 – 331 с.
3. Завадская, Л. В. Нарциссы. Экскурсия по коллекции / Л.В. Завадская; Центральный Ботанический Сад НАН Беларуси. – Минск : ООО «Эдит ВВ», 2006 – 6 с.

К содержанию

УДК 378.4:35.07:502:005.57(476.5-25)

Г. И. ПИЛОВЕЦ¹, И. А. ЛИТВЕНКОВА¹, Л. О. КАПРАНОВА²

¹Витебск, ВГУ имени П.М. Машерова,

²Витебский областной комитет природных ресурсов и охраны окружающей среды**

ОПЫТ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ ВГУ ИМЕНИ П.М. МАШЕРОВА И ВИТЕБСКОГО КОМИТЕТА ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ ИНФОРМИРОВАНИЮ И ПРОСВЕЩЕНИЮ НАСЕЛЕНИЯ

В нашей стране общественное движение за охрану природы зародилось в начале XX века. Общественными формированиями, участвовавшими в решении многих острых экологических проблем, первопроходцами общественного движения Белорусского общества охраны природы стали юннатское движение, пионерский «Зеленый патруль», институт общественных инспекторов по охране природы.

В 2001 году при Министерстве природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь (Минприроды) был создан Общественный координационный экологический совет (ОКЭС), а в 2003-2004 гг. советы появились и в регионах Беларуси. Это способствовало объединению усилий заинтересованных лиц и действующих общественных организаций по вопросам охраны окружающей среды.

В целях реализации положений Конвенции о доступе к информации, участии общественности в процессе принятия решений и доступе к правосудию по вопросам, касающимся окружающей среды и в целях совершенствования взаимодействия Минприроды и общественных объединений, осуществляющих деятельность в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов в 2010 г. возобновил работу

ОКЭС при Витебском областном комитете природных ресурсов и охраны окружающей среды (Витебский комитет).

В состав членов ОКЭС вошли представители Витебского комитета, зарегистрированных в установленном порядке общественных объединений, осуществляющих деятельность в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов [1]. Постоянный состав совета составляет 13 человек.

С момента формирования в совет вошли преподаватели факультета химико-биологических и географических наук ВГУ имени П.М. Машерова и представители общественных объединений. При этом в совместной работе Витебского комитета и университета организована деятельность и успешно функционирует учебно-научно-производственный комплекс (УНПК «Экология») [2].

Заседания совета – это информационная площадка для обсуждения актуальных вопросов, обмена информацией и опытом работы. Основная их цель – знакомство общественности с направлениями работы в сфере экологии и охраны природы.

Основными задачами ОКЭС являются: координация взаимодействия Витебского комитета и общественных объединений, осуществляющих деятельность в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов; оказание содействия Витебскому областному комитету природных ресурсов и охраны окружающей среды в: проведении единой государственной политики, разработке и реализации государственных программ, планов действий и других документов в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов; создании системы просвещения и воспитания в области охраны окружающей среды; развитии экологического туризма; обсуждении проблемных вопросов, актуальных для региона; обсуждении проектов международной технической помощи/гуманитарной помощи, реализуемых в Витебской области в области охраны окружающей среды; распространении экологической информации и просвещении населения в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов [1].

Работа совета планируется поквартально и включает рассмотрение региональных вопросов в области охраны окружающей среды, информационные сообщения членов ОКЭС, выездные заседания с посещением организаций и предприятий, работающих в области охраны окружающей среды. Традиционно заседания ОКЭС проходят и на базе университета.

Ежегодно на заседаниях ОКЭС рассматриваются десятки вопросов. К заседаниям в режиме онлайн подключаются общественные экологи, начальники инспекций природных ресурсов и охраны окружающей среды Витебской области.

Для участия в работе совета приглашаются учителя, представители предприятий и организаций, преподаватели и студенты университета. Заседания ОКЭС широко освещаются в средствах массовой информации, на сайтах комитета и университета.

На заседаниях Витебского комитета введено в практику рассмотрение итогов работы ОКЭС за период, прошедший с предыдущего заседания.

В таблице представлены основные направления работы ОКЭС при Витебском комитете за последние пять лет и участие в них преподавателей и студентов университета.

Таблица – Основные направления работы ОКЭС при Витебском комитете за период 2018–2023 гг.

Направления работы и мероприятия согласно повестке ОКЭС	
I. Выездные заседания с посещением организаций и предприятий, работающих в области охраны окружающей среды	
1. Витебская гидроэлектростанция РУП «Витебскэнерго» 2. Витебская областная лаборатория аналитического контроля ГУ «Республиканский центр аналитического контроля в области охраны окружающей среды» 3. Филиал «Витебскоблгидромет», гидрологический пост р. Западная Двина, авиационно-метеорологическая станция 2 разряда 4. ВГУ имени П.М. Машерова, результаты работы кафедры экологии и географии, экспозиция зоологического музея, посещение астрономического центра университета 5. Городокская районная инспекция ПРиООС, «Визит-центр» ГПУ «Корытинский мох», УК «Городокский районный краеведческий музей» 6. Лиозненский район: ветроустановка д. Емельяново, мемориальный комплекс «Адаменская гора», ГЛХУ «Лиозненский лесхоз» 7. ГУДО «Оршанский районный эколого-биологический центр детей и молодежи» 8. ГУДО «Витебский областной дворец детей и молодежи» 9. ГУ «Витебская областная библиотека имени В.И. Ленина»	
II. Выступления с докладами	Охрана окружающей среды и мероприятия по снижению ее загрязнения
	1. Работа предприятий и организаций Витебской области по снижению выбросов 2. Роль товарной биржи в формировании в Республике Беларусь механизмов углеродного регулирования 3. О проекте Закона об охране окружающей среды 4. О сводном реестре экологической информации государственного фонда данных о состоянии окружающей среды и воздействиях на нее
	Работа и перспективы развития особо охраняемых природных территорий
	1. Перспективы развития и продвижения экологического туризма на базе ГПУ «Республиканский ландшафтный заказник «Налибокский» 2. О деятельности ГПУ «Корытинский мох» 3. Деятельность ГПУ «Освейский»
Работа с общественностью в сфере охраны окружающей среды	

<ol style="list-style-type: none"> 1. О работе Городокской районной инспекции ППриООС с общественностью 2. Опыт реализации экологических инициатив совместно с организациями гражданского общества 3. Источники загрязнения природных водоемов и роль общественности в мониторинге водных ресурсов
Работа с образовательными учреждениями
<ol style="list-style-type: none"> 1. Роль библиотек в формировании экологической культуры населения 2. Опыт работы клубов экологического мониторинга ГУО «Средняя школа № 16 г. Орши» 3. Опыт работы ГУО ясли-сад «Ялинка», ГУО «Добромыслинская СШ Лиозненского района имени Л.П. Тихмянова Лиозненского района» в области экологического образования и просвещения 4. Повышение экологической информированности учащихся путем вовлечения в проект «Зеленые школы»
III. Виртуальные экскурсии
<ol style="list-style-type: none"> 1. О деятельности государственного природоохранного учреждения «Ельня» 2. Просмотры видеофильмов «Экология и мы»
IV. Информационные сообщения
<ol style="list-style-type: none"> 1. Награждение победителей республиканских экологических конкурсов 2. Акция «Беларусь за чистый воздух» 3. Организация экологической акции «Обустроим малую родину»

Как видно из таблицы, рассмотрение региональных экологических вопросов на заседаниях ОКЭС затрагивает такие направления, как экология водной среды, использование возобновляемых источников энергии, экология воздушной среды, мероприятия по снижению загрязнения окружающей среды, работа и перспективы развития особо охраняемых природных территорий, реализация экологических проектов, роль общественных организаций, учреждений образования в экологическом образовании и просвещении населения.

В ходе совместной работы университета и Витебского комитета проводится привлечение студентов к работе общественных экологов. Студенты являются призерами конкурса на лучшего общественного эколога, преподаватели и студенты отмечены Благодарностями и Грамотами председателя Витебского комитета, Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь за значительный вклад в развитие экологического волонтерского движения, пропаганду экологических знаний, работу с общественными экологами.

Заключение. Общественность всегда в той или иной степени была вовлечена в движение по бережному отношению к природе. Совместная работа Витебского комитета и ВГУ имени П.М. Машерова позволяет преподавателям и студентам познакомиться с деятельностью профильных организаций, способствует разнообразию форм экологического образования, расширяет возможности по привлечению студентов к общественной, волонтерской и воспитательной работе в сфере экологии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Положение об ОКЭС – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://priroda-vitebsk.gov.by/assistant/?page=4>. – Дата доступа: 10.10.2023.

2. Литвенкова, И. А. Опыт по реализации экологического образования и воспитания при сотрудничестве Вуза с учебными и производственными организациями / И. А. Литвенкова М. М. Данюк, Л. О. Капранова // IV Международная научно-методическая конференция «Экологическое образование и устойчивое развитие. Состояние, цели, проблемы и перспективы» 19–20 марта, Минск 2020. – Минск, 2020. – С. 37–39.

К содержанию

УДК 582.998.2

С. В. ЦЕХАНОВИЧ

Минск, ЦБС НАН Беларуси

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОЛЛЕКЦИИ «ХРИЗАНТЕМА» В ПРОСВЕТИТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ ЦБС НАН БЕЛАРУСИ

Коллекция «Хризантема – *Chrysanthemum*» Центрального ботанического сада НАН Беларуси включает сорта хризантемы корейской – *Chrysanthemum coreanum* (Н. Lév. & Vaniot) Nakai ex Т. Mori летне-осеннего срока цветения, выращиваемые в открытом грунте и сорта хризантемы индийской (*Chrysanthemum indicum* L.), растущие лишь в условиях защищённого грунта, цветение которых приходится на ноябрь-декабрь. В настоящее время, коллекция Сада насчитывает более 230 сортов хризантемы корейской и около 100 сортов хризантемы индийской.

Сорта хризантем интродуцируются из различных географических зон, поэтому нуждаются в адаптации к климатическим условиям Беларуси. Оценка их поведенческой реакции – одно из направлений научных исследований.

Коллекция является базой для селекционных работ по созданию оригинальных сортов хризантемы корейской, обладающих высокой степенью зимостойкости, а также генофондом для отбора образцов, перспективных в зеленом строительстве республики. Культура хризантем используется и в образовательно-просветительской работе с населением [1].

В осенний период, когда количество цветущих растений заметно снижается, хризантема неизменно пользуется высокой популярностью у посетителей. Разнообразие соцветий, их окрасок, продолжительное цветение при сортовом богатстве вызывают интерес посетителей ботанического сада к выращиванию этих растений. Поэтому в последние годы на базе коллекции в рамках эколого-просветительских задач были разработаны тематические экскурсии и практикумы для различных групп населения. Во время

экскурсий посетителям предоставляется возможность ознакомиться с разнообразием видов хризантемы в природе, сортами из коллекции ботанического сада, а также с агротехникой их выращивания и применением в ландшафтном проектировании.

Тематические обзоры хризантемы корейской проводятся как в условиях открытого грунта, так и в рамках специально организуемых выставок. На коллекционном участке сформированы обзорные дорожки (декорированы щепой). Каждый сорт можно рассмотреть вблизи и сфотографировать. Перед растениями установлены этикетки с названием сорта. Такая планировка позволяет с комфортом проводить экскурсии, детально рассмотреть каждое растение, строение соцветий и другие их декоративные характеристики.

В сентябре, параллельно с цветением хризантемы корейской в открытом грунте, проводится их выставка в павильоне ЦБС. Экспонируется срезка в стеклянных вазах, а также новинки сортов, высаженные в кашпо.

В связи с поздними сроками цветения, в ноябре проходит выставка хризантемы индийской, которая круглогодично выращивается в закрытом грунте (оранжерее). Условия оранжереи не приспособлены для экскурсионного посещения, поэтому растения выставляются в срезанном виде в выставочном павильоне.

Для создания максимального декоративного эффекта подача выставочных растений обыгрывается флористическими композициями с использованием природного материала (кора, сухие ветви, спилы, осенние плоды деревьев и кустарников, декоративные тыквы, злаки). На этикетках указывается название сорта, год и место его создания. Во время экскурсии по выставке посетителей знакомят с лучшими и уникальными сортами коллекции, историей их создания.

Часто выставки проходят при сотрудничестве с Арт-студией «Хагакурэ», где представляются работы в стиле сумиэ и икебаны с использованием хризантем.

Одновременно с выставками проводятся практикумы с использованием компьютерных презентаций. Посетителей знакомят со способами размножения, подбором субстрата, формированием куста, защитой от вредителей и болезней.

На практикумы привлекаются также маточники хризантем, на которых показывается способ черенкования, посадка черенков в череночницы. Знакомят с особенностями ухода за черенками в период укоренения и их дальнейшей адаптацией перед высадкой в открытый грунт. Предлагают варианты выбора участков для выращивания хризантем. Информировуют о подкормках, подготовке растений к зимовке.

При проведении экскурсий по коллекции хризантем решаются следующие задачи:

образовательная (первое упоминание о хризантеме, история появления хризантем в Европе и России, отношении к этой культуре в разных странах, традиции в использовании хризантем, информация о создании первых сортов);

развивающая (расширение кругозора, словарного запаса, развитие наблюдательности, внимания, памяти);

воспитательная (пробуждение интереса к познавательной деятельности растительного мира, формирование экологических знаний и навыков).

Во время проведения экскурсий учитывается возраст посетителей. Для дошкольников и школьников делается акцент на развитии познавательного интереса через декоративные признаки растений (окраска и форма соцветий, их количество на цветоносном побеге) [2]. Во время беседы с детьми используется иллюстративный материал, связанный с легендами о цветке. Целью детских экскурсий является расширение экологических знаний детей, пробуждение интереса к цветущим осенним растениям, воспитание любви к природе.

При проведении экскурсий для подростков и взрослого населения добавляется практическая часть, в рамках которой раскрываются агротехника выращивания растений, подходы к выбору сортов, адаптированных к климатическим условиям Беларуси.

Таким образом, коллекция хризантем ЦБС НАН Беларуси имеет научное, декоративное, культурно-просветительное, образовательное значение, и способствует сохранению сортов пригодных для зелёного строительства в условиях нашей страны. Предоставляемая посетителям возможность знакомства с коллекцией во всем ее разнообразии расширяет кругозор, способствует усилению мотивационной активности у людей разных возрастных групп, оказывает благоприятное влияние на психическое и интеллектуальное развитие человека. Экскурсии и выставки – эффективное средство экологического просвещения и популяризации растений для жителей Беларуси.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Цеханович, С. В. Современное состояние коллекционного фонда «Хризантема» (*Chrysanthemum*) / С. В. Цеханович // Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия флоры. Материалы Международной научной конференции, посвящённой 90-летию Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси. (Минск, 28 июня – 1 июля 2022 года). Часть 1. – Минск «Белтаможсервис». – 2022. – С. 278 – 279.

2. Мусинов Л. П., Калугин Ю. Г. Возможности использования декоративных растений в образовательных и просветительских программах Ботанического сада Петра Великого. // Цветоводство: история, теория, практика. Сб. статей IX меж-ой научной конференции (7–13 сентября 2019). – Санкт-Петербург. – 2019. – С. 246–250.

К содержанию

УДК 581.8

Н. В. ШКУРАТОВА

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

РАЗРАБОТКА ИЛЛЮСТРИРОВАННОГО АНАТОМИЧЕСКОГО АТЛАСА

Интенсивная антропогенная трансформация природных комплексов, возрастающее потребление биологических ресурсов, интродукция и другая хозяйственная деятельность человека, климатические изменения обуславливают динамику флоры, и биоразнообразия в целом, в Бугско-Полесском регионе. Динамика флоры, выражающаяся в обеднении флоры за счет исчезновения ее старых представителей и обогащении новыми видами, перестройки структуры аборигенной и адвентивной фракции флоры должны находить отражение в содержании образовательного процесса по дисциплинам ботанического цикла. Для реализации этого существует необходимость разработки учебно-методического обеспечения по дисциплинам ботанического цикла с учетом современного состояния флоры Бугско-Полесского региона.

Ботанические исследования культурной и дикорастущей флоры предполагают всестороннее изучение растений. Одним из важнейших аспектов такого изучения является анализ анатомических особенностей растения. Так, например, в древесном стебле анатомические признаки ксилемы позволяют проводить диагностику до уровня рода, анатомические признаки коры – до уровня вида. Анатомические признаки в силу их консервативности имеют огромное значение в таксономии, филогении, в научно-технической и криминалистической экспертизах [1, 2]. С учетом выше сказанного на кафедре ботаники и экологии БрГУ имени А.С. Пушкина ведется разработка иллюстрированного анатомического атласа.

Классическим примером анатомического атласа является работа, подготовленная А. А. Никитиным и И. А. Панковой, где при отборе объектов избран ресурсный подход, поэтому в издание включены описания анатомии органов и рисунки съедобных, пряных, лекарственно-ядовитых растений и наиболее распространенных древесных растений [1]. В качестве иллюстраций авторы использовали черно-белые рисунки срезов органов (лист, стебель, корень, корневище, плод, соцветие, семя и т.п.) или тканей, их слагающих, в зависимости от вида.

На кафедре ботаники и экологии начиная с 90-х годов ведутся исследования анатомии вегетативных органов растений. В 2001 г. коллективом авторов под редакцией профессора В. М. Еремина был подготовлен «Атлас анатомического строения коры деревьев и кустарников», где представлены авторские черно-белые рисунки коры древесного стебля и слагающих ее

тканей, сопровождающиеся условными обозначениями и сопроводительным текстом [2].

В 2012 г. был издан иллюстрированный атлас, где были размещены фотоматериалы и подробные научные комментарии, посвященные анатомии коры деревьев, кустарников и лиан островной флоры Сахалина и Курил [3].

В соответствии с принципом доступности, удобством использования на кафедре ботаники и экологии в настоящее время ведется разработка электронного иллюстрированного атласа. Подготовка атласа включает следующие этапы: определение видов культурной и дикорастущей флоры Бугско-Полесского региона для включения в атлас, отбор образцов вегетативных органов покрытосеменных растений, фиксация образцов, изготовление срезов, изготовление микропрепаратов, микрофотографирование, анатомический анализ, оформление иллюстраций.

Важным и достаточно трудоемким в анатомии растений являются подготовка образцов и изготовление микропрепаратов. Образцы органов растений отбирали в период, когда они достигли дефинитивного состояния. Если речь идет о листьях, то период сбора материала приходится на вторую половину вегетационного сезона, но задолго до начала листопада. Стебли и подземные органы травянистых растений собирают после цветения в период формирования плодов. У древесных растений сбор одно- и многолетних стеблей, корней, образцы ствольной части собирали после окончания вегетации, когда камбий закончил свою деятельность, годовые слои ксилемы и флоэмы сформировались полностью, т.е. в период покоя (октябрь – март) [4]. Образцы органов растений фиксируют. Например, для образцов стеблей и корней древесных этиловый спирт и глицерин [4, 5].

Из зафиксированных образцов от руки с помощью лезвия либо с помощью микротомы с замораживающим столиком изготавливали серии поперечных, тангентальных, радиальных срезов толщиной 10–25 мкм. Из полученных срезов готовили постоянные препараты. Для повышения наглядности срезы окрашивали регрессивным способом, поместив в спиртовые растворы сафранина и нильского синего, подвергали дегидратации в спиртах разной концентрации. На следующем этапе срезы обрабатывали карбол-ксилолом и ксилолом, после чего помещали в канадский бальзам [5].

Анатомический анализ осуществляли на световых микроскопах Микмед-5, Микромед-1.

В структуре анатомического атласа будут представлены такие разделы как «Условные обозначения и сокращения», «Морфо-биологическая характеристика растительных объектов», «Анатомия стеблей», «Анатомия листьев», «Анатомия подземных органов». Электронный вариант издания предполагает возможность перекрестных ссылок из каждого раздела, в том

числе на условные обозначения, размещенные на фотографиях. При составлении иллюстрированного справочника-определителя использованы авторские макро- и микрофотографии.



Рисунок 1 – Примеры макетов страниц иллюстрированного анатомического атласа

Таким образом, разработанный иллюстрированный анатомический атлас будет способствовать повышению качества образовательного процесса по преподаваемым дисциплинам. Область применения полученных результатов – образовательный процесс кафедры ботаники и экологии БрГУ имени А.С. Пушкина, учреждений среднего образования Брестского региона.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Никитин, А. А. Анатомический атлас полезных и некоторых ядовитых растений / А. А. Никитин, И. А. Панкова. – Ленинград : Наука, 1982. – 768 с.
2. Атлас анатомического строения коры деревьев и кустарников / В. М. Еремин [и др.]. – Минск : ИВЦ Минфина, 2001. – 100 с.
3. Еремин, В. М. Атлас анатомии коры деревьев, кустарников и лиан Сахалина и Курильских островов / В. М. Еремин, А. В. Копанина. – Брест, 2012. – 896 с.
4. Еремин, В. М. Выпускные квалификационные работы по структурной и экологической анатомии растений / В. М. Еремин, Н. В. Шкуратова. – Южно-Сахалинск, 2008. – 32 с.
5. Прозина, М. Н. Ботаническая микротехника / М. Н. Прозина. – М. : Высшая школа, 1960. – 206 с.

К содержанию