

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

МОНИТОРИНГ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

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

Брест, 12 марта 2026 года

Брест
БрГУ имени А. С. Пушкина
2026

ISBN 978-985-22-0988-5

© УО «Брестский государственный
университет имени А. С. Пушкина», 2026

Об издании – [1](#), [2](#)

УДК 005.584.1+502(082)

ББК 20.1я431

Редакционная коллегия:

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент **А. С. Домась**

кандидат биологических наук, доцент **Н. В. Шкуратова**

старший преподаватель **М. В. Левковская**

Рецензенты:

заместитель директора по научной работе

ГНУ «Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси»

кандидат биологических наук **А. Н. Ажгиревич**

доцент кафедры биологических и химических технологий

УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина»

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент **И. Д. Лукьянчик**

Мониторинг и охрана окружающей среды : электрон. сб. материалов Респ. науч.-практ. конф. студентов, магистрантов, аспирантов, Брест, 12 марта 2026 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: А. С. Домась, Н. В. Шкуратова, М. В. Левковская. – Брест : БрГУ, 2026. – 191 с. – URL: <https://rep.brsu.by/handle/123456789/10959>.

ISBN 978-985-22-0988-5.

Материалы сборника отражают основные направления научных исследований студентов, магистрантов, аспирантов и посвящены решению актуальных проблем мониторинга природных экосистем и урбанизированных территорий, рационального природопользования, агроэкологии, экологии животного и растительного мира, экологического образования.

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

Разработано в формате pdf.

УДК 005.584.1+502(082)

ББК 20.1я431

Текстовое научное электронное издание

Системные требования:

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

© УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», 2026

[ВПЕРЕД](#)

2 – производственно-технические сведения

- Использованное ПО: Windows 10, Microsoft Office 2013;
- ответственный за выпуск Ж. М. Селюжицкая, корректор Е. Г. Марченкова, технический редактор Е. Г. Марченкова, компьютерный набор и верстка А. С. Домась;
- дата размещения на сайте: 09.06.2026;
- объем издания: 3,37 МБ;
- производитель: учреждение образования «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», 224016, г. Брест, ул. Мицкевича, 28. Тел.: 8(0162) 21-70-55. E-mail: rio@brsu.by.

[ВПЕРЕД](#)

СОДЕРЖАНИЕ

Аннаниязова В. М. Экологическая характеристика ядовитых растений экспозиции «Дендрарий» отдела «Ботанические экспозиции»	8
Баданина Ю. Л. Морфоанатомические особенности однолетнего стебля лещины обыкновенной (<i>Corylus avellana</i> L.) в условиях разной освещенности.....	11
Бледай А. В., Кайдалова М. О. Накопление фенольных соединений плодами смородины черной (<i>Ribes nigrum</i>) в условиях применения биологических средств защиты растений.....	14
Булкевич Д. А., Тарасенко Е. А. Жалоносные перепончатокрылые (Hymenoptera: Aculeata) – посетители соцветий некоторых растений семейства сложноцветных (<i>Asteraceae</i>) в условиях г. Ошмяны.....	17
Венско В. Д. Состав дендрофлоры Парка культуры и отдыха г. Лиды.....	20
Глушеня Т. В. Экологические аспекты формирования энтомоакаро-комплекса в зеленых насаждениях г. Гродно и его окрестностей	22
Говор К. А. Сезонная активность булавоусых чешуекрылых (Rhopalosoma) в биотопах г. Гродно	25
Горегляд А. С. Видовое разнообразие птиц, зарегистрированных на гнездовании в сооружениях человека в Пинском районе.....	28
Горегляд А. С. Встречаемость диких позвоночных животных в сооружениях человека в Пинском районе	31
Григорович Д. И. Гидробионтные беспозвоночные в оценке качества среды водоемов Гродненской области.....	34
Дацык И. И., Стреха Ю. С. Методические особенности научно-исследовательской работы обучающихся по изучению накопления и транслокации кадмия, изменения содержания каталазы в растениях (на примере <i>Fragaria vesca</i> L.).....	36
Дорофей Н. И. Флора городского парка имени Н. Гомолко г. Житковичи Гомельской области.....	40
Дорошук А. А. Использование интернет-ресурсов для формирования экологической грамотности учащихся в процессе изучения химии	43
Дронов М. А. Реакция проростков кресс-салата на гуминовый препарат «Гуми» при загрязнении почвы бензином	46
Дудкина А. О. Дополнение к изучению пчелиных (Hymenoptera: Apoidea) – посетителей соцветий вереска обыкновенного (<i>Calluna vulgaris</i> L.) в условиях Национального парка «Нарочанский»	49
Жаврид М. Н. Настоящие тли (Sternorrhyncha: Aphidinea: Aphidoidea), повреждающие клены (<i>Acer</i> L.) в Национальном парке «Нарочанский» ...	52
Жук Т. А. Анатомическое строение листовой пластинки чистяка весеннего (<i>Ficaria verna</i> Huds.).....	55

Заяц В. В. Динамика зараженности паразитоидами преимагинальных стадий инвазивного вида <i>Harmonia axyridis</i> в популяциях г. Минска	58
Кайдалова М. О. Содержание фенольных соединений плодов яблони домашней (<i>Malus domestica</i>) сортов Джонаголд и Сябрына	61
Каминская Е. В. Экологические аспекты содержания и разведения насекомых в инсектарии Гродненского зоологического парка.....	63
Каспярчук К. І. Роля фітапланктону ў фарміраванні трафічнай структуры вадаёмаў – аб’ектаў іхтыялагічнага маніторынгу	66
Кашлей П. Р. Методические аспекты проектирования содержания экологического кружка «Среды жизни»: от планирования к реализации ..	69
Кисель К. А. Изучение видового разнообразия растений луга в ходе учебной экскурсии.....	72
Кислицын Д. А. Использование спектральных индексов для идентификации участков деградации торфяно-болотных почв	75
Королюк А. М. Выращивание микрозелени на различных субстратах на примере гороха сорта Мадрас	78
Крамарчук К. Ю. Оценка интенсивности автомобильного движения и выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта г. Мосты (Республика Беларусь)	81
Кузавко С. Д. Экологическая грамотность учащихся: современное состояние и проблемы	84
Кузьмин К. А., Мисюля Д. И. Антибактериальная активность исходных субстратов мультикомпонентной реакции Ганча относительно бактерий рода <i>Bacillus</i>	87
Кузьмич В. А. Виды рода <i>Vicia</i> L. (<i>Fabaceae</i> Lindl.) в местной флоре	90
Кулишевич Е. А. Болезни древесных растений городского парка г. Слонима	92
Кунда Д. О. Видовое разнообразие отряда Coleoptera на экотонных участках природных экосистем в черте г. Бреста.....	95
Кучма Д. М. Особо охраняемые природные территории Дрогичинского района.....	98
Лешик С. Н. Методические аспекты формирования первоначального экологического образования в процессе изучения биологических дисциплин	101
Лешик С. Н., Сукач Ю. С. Фитотоксичность различных концентраций растворов хлорида натрия в отношении процесса прорастания семян кресс-салата (<i>Lepidium sativum</i> L.)	104
Ломако М. А. Шмели (<i>Bombus</i> Latr.) – посетители соцветий циннии изящной (<i>Zinnia elegans</i>) в зеленых насаждениях г. Лунина.....	107
Лукьянчик М. А. Современный статус глухаря <i>Tetrao urogallus</i> на территории Национального парка «Беловежская пуща»	110

Мартысюк А. Ю. Использование элементов экологии при изучении темы «Галогены»	113
Марчук Д. В. Сравнительный анализ жесткости питьевой воды г. Пинска в осенний и зимний периоды (Республика Беларусь, Брестская область).....	116
Мелюх А. В. Методические аспекты формирования экологической компетенции учащихся на уроках химии в условиях современной Школы	119
Михальчук А. А. Цитогенетические эффекты действия нитрата кадмия на клетки корневой меристемы	122
Мышковская И. П. Влияние минеральных удобрений на рост и развитие хризантем	125
Олешкевич В. Д. Видовой состав фитопланктона прудов в черте г. Гродно	128
Павлова В. А. Разработка интерактивного аэропалинологического атласа-определителя аллергенных растений	131
Побудей В. Е. Возможности роста растений в симбиозе с арбускулярными микоризными грибами в экстремальных условиях	134
Пошелюк А. Д. Галлообразующие и минирующие фитофаги ивы плакучей (<i>Salix babylonica</i> L.) в зеленых насаждениях г. Бреста	138
Рудяк М. В. Оценка эффективности усвоения учащимися учебного материала по теме «Многообразие и значение покрытосеменных растений».....	141
Савчук В. С. Характеристика <i>Ledum palustre</i> в условиях Гвозницкого лесничества	144
Садковская А. И. Сравнение урожайности и обилия <i>Vaccinium vitis-idaea</i> искусственных и естественных сосняков мшистых Гродненской пуши	146
Свистун Ю. А. Оценка сезонной динамики антропогенной нагрузки на придорожные территории г. Гродно по интенсивности транспортного потока и концентрации угарного газа (CO)	149
Сидоренко А. И. К изучению ассамблей жуужелиц (Coleoptera: Carabidae), приуроченных к нефтяным скважинам в лесных экосистемах Гомельской области.....	152
Сидоровская Э. Ю. Влияние микромицетов <i>Trichoderma spp.</i> на почвенный микробный комплекс	155
Сидун Е. Ю. Флуктуирующая асимметрия листьев клевера ползучего в условиях почв некоторых придорожных территорий юго-западной части г. Бреста.....	158

Стасюкевич В. В. Сообщества птиц, формирующиеся в условиях вторично заболоченного торфяника Морочно (Столинский район, Брестская область).....	160
Суднеко А. А., Тагай С. А., Шуранкова О. А. Оценка эффективных доз внутреннего облучения от ингаляционного поступления ^{137}Cs на открытой территории зоны отчуждения	164
Трибух А. Я., Савицкая А. Л. Фитотестирование колодезных вод аг. Подлесье Ляховичского района Брестской области	167
Трубчик В. А. Региональные особенности микотоксикологического профиля кормов и рационов сельскохозяйственных животных в Республике Беларусь.....	170
Фадеева А. М. Таксономическая структура <i>Poaceae</i> г. Бреста	174
Франчук О. Н. Влияние биопрепаратов на содержание фотосинтетических пигментов в листьях <i>Prunus cerasus</i> L. сорта Облачинская	177
Черкас В. Н. Урбоэкологическая оценка аллергенных древесных таксонов фитоценоза Центрального детского парка имени М. Горького г. Минска	180
Шаповал Д. В. Инфографика-матрица как инструмент экологизации преподавания органической химии.....	183
Шидловская Л. Г., Слюнькова В. Г., Святоха А. М., Мижерицкая А. Р. Редкие хозяйственно незначимые листовёртки (Lepidoptera: Tortricidae) Ростовской области	186
Юрчак П. В. Состав сосудистых растений р. Уборти в окрестностях аг. Липляны Лельчицкого района Гомельской области.....	189

УДК 504.4.062.2

В. М. АННАНИЯЗОВА

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЯДОВИТЫХ
РАСТЕНИЙ ЭКСПОЗИЦИИ «ДЕНДРАРИЙ»
ОТДЕЛА «БОТАНИЧЕСКИЕ ЭКСПОЗИЦИИ»**

Актуальность. Экспозиция «Дендрарий» представляет собой территорию с высокой концентрацией разнообразных растительных видов. Использование данной площадки в учебных, научных и экскурсионных целях обуславливает необходимость комплексной экологической оценки, в т. ч. с учетом распространения ядовитых растений и условий их произрастания. В связи с этим особую актуальность приобретает эколого-биологический анализ ядовитых видов.

Цель – составить экологическую характеристику ядовитых растений, произрастающих в экспозиции «Дендрарий» отдела «Ботанические экспозиции».

Материалы и методы. Объектом исследования являются ядовитые растения, произрастающие в экспозиции «Дендрарий». Для характеристики условий произрастания растений использовался экологотаксономический анализ, позволивший соотнести изучаемые виды с основными экологическими группами по отношению к влаге, свету, температуре, трофности, засолению и кислотности почв [1; 2].

Результаты исследований. В результате проведенного исследования на территории экспозиции «Дендрарий» выявлено 65 видов ядовитых растений. В состав выявленной флоры входят как дикорастущие виды, так и культивируемые и интродуцированные растения, что отражает антропогенно трансформированный характер исследуемой территории [3].

Анализ экологических характеристик ядовитых растений показал, что по отношению к влаге преобладают мезофиты, адаптированные к условиям умеренного водного режима. Данная группа составляет основу флоры экспозиции «Дендрарий» и представлена значительным числом травянистых и древесно-кустарниковых видов. Наряду с этим на территории выявлены гигрофиты, приуроченные к участкам с повышенной влажностью почв, а также ксерофиты и ксеромезофиты, произрастающие на более сухих и хорошо дренированных участках.

По отношению к световому режиму ядовитые растения характеризуются выраженным доминированием гелиофитных и теневыносливых

видов, что связано с мозаичностью растительного покрова и сочетанием открытых и полузатененных участков. Сциофитные виды представлены в меньшей степени и приурочены преимущественно к участкам с сомкнутым древесным пологом [4].

По отношению к температуре большинство ядовитых растений относится к зимостойким и мезотермным видам, адаптированным к климатическим условиям региона. В то же время в составе флоры присутствуют теплолюбивые интродуцированные растения, использование которых в озеленении увеличивает разнообразие флоры [2; 4].

По трофности почв среди выявленных ядовитых растений преобладают мезотрофные и эвтрофные виды, приуроченные к почвам с умеренным и повышенным содержанием питательных веществ. Олиготрофные виды представлены в меньшем количестве и, как правило, связаны с участками с менее плодородными почвами и специфическими экологическими условиями.

По отношению к засолению почв все выявленные ядовитые растения относятся к гликофитам, что соответствует природным условиям территории и отсутствию выраженных солончаковых участков. Анализ кислотности почв показал преобладание нейтрофильных видов, однако в составе флоры присутствуют также ацидофильные и кальцефильные растения, что указывает на неоднородность почвенных условий и разнообразие микростадий на территории экспозиции «Дендрарий» [5].

Таким образом, эколого-биологическая характеристика ядовитых растений свидетельствует о высокой экологической разнородности исследуемой территории. Сочетание различных экологических групп растений в условиях активного использования экспозиции «Дендрарий» формирует предпосылки для возникновения потенциальных экологических рисков, что требует дальнейшего анализа ядовитых растений как фактора экологической безопасности.

Ядовитые растения, являясь неотъемлемым компонентом растительного покрова, в условиях локальных антропогенно трансформированных территорий могут рассматриваться как потенциальный фактор экологической опасности. Их присутствие на территориях с образовательной, рекреационной и хозяйственной нагрузкой повышает вероятность негативного воздействия на человека и окружающую среду, особенно при отсутствии целенаправленного экологического контроля и информирования [1; 2].

Территория экспозиции «Дендрарий» характеризуется активным использованием в учебных и научных целях, что предполагает регулярное пребывание студентов, преподавателей и посетителей. В таких условиях наличие значительного числа ядовитых растений, в т. ч. внешне декоративных и малоизвестных в отношении степени токсичности, формирует

повышенный уровень экологического риска, связанного с возможным прямым контактом человека с растительным покровом [3; 5].

Анализ экологических характеристик ядовитых растений показал, что большинство выявленных видов отличается высокой экологической устойчивостью и хорошей адаптацией к условиям среды. Данные особенности способствуют их стабильному произрастанию и распространению на территории экспозиции «Дендрарий», что, с одной стороны, отражает устойчивость экосистемы, а с другой – усложняет контроль за потенциально опасными видами [4; 6].

Особую экологическую значимость представляют ядовитые растения, относящиеся к мезофитным и теневыносливым группам, так как именно такие условия широко представлены на исследуемой территории. Их приуроченность к участкам с умеренной влажностью и различной степенью освещенности обеспечивает широкую экологическую амплитуду и способствует формированию устойчивых ценопопуляций [6]. Это повышает вероятность их взаимодействия с человеком и, следовательно, экологическую значимость в аспекте безопасности.

Заключение. Анализ экологических характеристик ядовитых растений показал преобладание мезофитных, гелиофитных и теневыносливых видов, зимостойких и мезотермных видов. По трофности почв среди выявленных ядовитых растений преобладают мезотрофные и эвтрофные. По отношению к засолению почв все выявленные ядовитые растения относятся к гликофитам. Анализ кислотности почв показал преобладание нейтрофильных видов.

Список использованной литературы

1. Работнов, Т. А. Фитоценология / Т. А. Работнов. – М. : Изд-во МГУ, 1983. – 296 с.
2. Воробьев, Д. В. Основы экологии растений / Д. В. Воробьев. – М. : Высш. шк., 1998. – 256 с.
3. Горчаковский, П. Л. Флора и растительность антропогенных ландшафтов / П. Л. Горчаковский. – М. : Наука, 1988. – 240 с.
4. Коробкин, В. И. Экология : учеб. для вузов / В. И. Коробкин, Л. В. Передельский. – 18-е изд., перераб. и доп. – Ростов н/Д : Феникс, 2012. – 602 с.
5. Чернов, Ю. И. Биологическое разнообразие и глобальные изменения среды / Ю. И. Чернов. – М. : Наука, 2005. – 336 с.
6. Реймерс, Н. Ф. Экология: Теории, законы, правила, принципы и гипотезы / Н. Ф. Реймерс. – М. : Журн. «Россия Молодая», 1994. – 367 с.

К содержанию

УДК 581.44; 58.02(581.82)

Ю. Л. БАДАНИНА

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

**МОРФОАТОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
ОДНОЛЕТНЕГО СТЕБЛЯ ЛЕЩИНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ
(*CORYLUS AVELLANA* L.) В УСЛОВИЯХ РАЗНОЙ
ОСВЕЩЕННОСТИ**

Актуальность. Стебли древесных растений испытывают влияние со стороны ряда факторов. Одним из главных факторов, влияющих на жизнедеятельность растений, является свет, его продолжительность в течение суток, интенсивность, качество световых лучей.

Свет оказывает влияние на темпы и характер роста как отдельных органов, так и растительного организма в целом, на многие процессы дифференциации в клетках и тканях. Для жизни растений важно, что в процессе фотосинтеза они продуцируют больше веществ, чем необходимо для покрытия расходов на дыхание, т. е. образуется положительный баланс веществ, без которого невозможен рост и существование растений [1].

Свет оказывает большое влияние на формообразовательные процессы. В отсутствие света происходит упрощение анатомической структуры стебля. Слабо развиваются ткани центрального цилиндра, механические ткани. Вместе с тем растяжение клеток в темноте идет очень интенсивно. В результате образуются длинные, вытянутые стебли [2].

Избыток света также оказывает вредное влияние на растения, особенно тенелюбивые. Он вызывает сильное испарение, устьица закрываются. Сильный солнечный свет у тенелюбивых растений вызывает ожоги, свертывание листьев, их засыхание.

Под влиянием света происходят изменения в анатомическом строении стебля, дифференцируется эпидерма, появляются волоски, изменяется окраска. Такие изменения называются фотоморфогенез.

Цель – установить особенности морфоанатомического строения однолетнего стебля *Corylus avellana* L. в условиях разной освещенности.

Материалы и методы. Лещина обыкновенная (*Corylus avellana* L.) широко распространена в естественной среде обитания юго-запада Беларуси. *Corylus avellana* L. – кустарник высотой 2–5 м, иногда растущий древовидно, с яйцевидной или плоско-древовидной кроной. Произрастает в широколиственных, смешанных и хвойных лесах в виде подлеска, часто на опушках, разрастается на вырубках, пожарищах. Иногда образует

чистые заросли [3]. Для исследования были взяты однолетние стебли здоровых деревьев *Corylus avellana* L., произрастающие в условиях полного освещения и в затенении. Из средней части стебля делали макросрезы, которые фиксировали в смеси 96 %-го спирта и глицерина. Образцы выдерживали в смеси не менее двух недель. Затем помещали в воду на 30 минут, чтобы спирт диффундировал в растворитель. Постоянные препараты изготавливали по общепринятой в анатомии растений методике [4]. Данные измерений подвергали математической обработке методом вариационных рядов.

Результаты исследований. Анализ морфологических показателей однолетнего стебля показал, что свет значительно влияет на длину стебля и количество междоузлий. Световые листья, превышая теневые по длине почти вдвое, имеют длину междоузлий короче, чем у теневых стеблей. Среднее значение длины световых стеблей составляет 10,9 см, а у затененных – 5,61 см. При этом наблюдается значительное варьирование признака: коэффициент вариации в условиях освещения составляет 17,62, в условиях затенения равен 23,95. Световые стебли имеют длину междоузлий короче, чем теневые. У световых стеблей она колеблется в пределах 0,81–1,11 см, а у теневых составляет 0,77–2,45 см.

Анализ анатомического строения показал, что диаметр стебля на поперечном срезе на свету в среднем составляет 3627,4 мкм, в тени – 2089,2 мкм. Сердцевина в условиях полного освещения примерно на 100–150 мкм меньше, чем у затененных стеблей (диаметр на свету – 704,4 мкм, в тени – 888,36 мкм). Клетки сердцевинки тонкостенные, размеры клеток центральной и периферической зон варьируют незначительно.

Древесина в условиях освещения достигает 2436 мкм, а в тени – 616,4 мкм. При недостатке света резко уменьшается участие древесины в структуре стебля, так как снижается количество поставляемой воды.

Ширина вторичной флоэмы в условиях освещенности составляет 167,4 мкм, а в условиях затенения – 91,8 мкм. Флоэма включает в состав сильно измененные участки первичной флоэмы, в которой членики ситовидных трубок деформированы до полной потери просветов, а паренхимные элементы сильно разросшиеся. В состав вторичной флоэмы входят ситовидные трубки, горизонтальная и вертикальная паренхима. Членики ситовидных трубок неправильной формы, клетки паренхимы округлые, не образуют правильных радиальных рядов. Этому способствуют неправильные формы клеток лучей. Сердцевинные лучи состоят из 2–20 клеток.

Первичную кору отделяет от флоэмы кольцо механических элементов, ширина которого в тени составляет в среднем 61 мкм, на свету – 76,8 мкм. Кольцо механических элементов сплошное, гетерогенное. Группы волокон расположены радиально, а склереиды – тангентально.

Внутри групп волокон и склереид есть живые паренхимные клетки. В склереидах встречаются кристаллы оксалата кальция ромбической формы. Процесс формирования первичного механического кольца в условиях затенения замедляется, у них медленнее происходит нарастание вторичной оболочки.

Первичная кора в виде кольцевого пояса охватывает проводящий цилиндр. Ее ширина на свету составляет в среднем 222,6 мкм, в тени – 202,9 мкм. Ткань состоит из плотно сомкнутых клеток. Межклетники образуют разветвленную сеть. Клетки на поперечном срезе округлые, овальные, живые, с крупной вакуолью. Небольшая часть клеток подвержена склерификации, формируются типичные брахисклереиды [5].

Перидерма имеет ширину 208,4 мкм у стеблей, растущих на свету и 110 мкм у стеблей, растущих в тени. Перидерма состоит из феллемы, феллогена и феллодермы. Феллоген однослойный, феллодерма 1–2-слойная. Феллема гомогенная, тонкостенная, сильно уплощенная. Большая часть клеток имеет свободные полости, остальные содержат в полости зернистое содержимое.

Эпидерма в конце первого вегетационного сезона сохраняется в виде отдельных участков. Прямоугольные и овальные в поперечном сечении клетки имеют утолщенную внешнюю стенку. После шелушивания эпидермы внешние слои отмирают, сильно утолщаются до полной потери просвета, становясь от темно-серых до черных, придавая темную окраску поверхности стебля.

Заключение. Таким образом, можно отметить следующую закономерность: чем лучше условия освещения, тем больше увеличивается диаметр стебля. Свет стимулирует формирование проводящих и механических тканей, поэтому растения, произрастающие в условиях полного освещения, формируют короткие, сильно разветвленные стебли.

Список использованной литературы

1. Нестерович, Н. Д. Влияние света на древесные растения / Н. Д. Нестерович, Г. И. Маргайлик ; под ред. Н. Д. Нестеровича. – Мн. : Наука и техника, 1969. – 176 с.
2. Гавриленко, В. Ф. Большой практикум по фотосинтезу / В. Ф. Гавриленко, Т. В. Жигалова. – М. : Академия, 2003. – 256 с.
3. Лещина обыкновенная (*Corylus avellana* L.) // Здоровье Health : [сайт]. – URL: <http://lektrava.ru/encyclopedia/leshchina-obyknovennaya/> (дата обращения: 12.11.2025).
4. Прозина, М. Н. Ботаническая микротехника / М. Н. Прозина. – М. : Высш. шк., 1960. – 207 с.
5. Анатомия коры деревьев и кустарников / В. М. Еремин, Ю. Ф. Рой, В. И. Бойко [и др.]. – Брест : Брест. гос. ун-т, 2001. – 187 с.

К содержанию

УДК 577.13:631.95+634.72

А. В. БЛЕДАЙ, М. О. КАЙДАЛОВА

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. Ю. Колбас, канд. биол. наук, доцент

НАКОПЛЕНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПЛОДАМИ СМОРОДИНЫ ЧЕРНОЙ (*RIBES NIGRUM* L.) В УСЛОВИЯХ ПРИМЕНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

Актуальность. В Республике Беларусь среди промышленных ягодных культур одно из ведущих мест занимает смородина черная (*Ribes nigrum* L.), экономическая значимость которой постоянно возрастает. В Государственный реестр включены сорта Катюша, Памяти Вавилова, Церера, Загадка и др. [1]. Увеличение земельных площадей под смородиной черной обусловлено уникальным биохимическим составом плодов, которые обладают диетическими и лечебно-профилактическими свойствами, а также высокой ценностью сырья для переработки.

Ягодные растения повреждают свыше двухсот видов вредителей и болезней. При массовом появлении они не только резко снижают урожай, но и сильно ухудшают общее состояние растений, а в ряде случаев вызывают и гибель. Особенно опасно массовое появление таких вредителей ягодников, как смородинная почковая моль, смородинная стеклянница, крыжовниковая огневка, галловая тля, смородинный почковый клещ и др. Гибель таких вредителей достигается при сочетании комплекса агротехнических мероприятий и специальных химических, биологических и карантинных мер защиты растений [2].

По рекомендациям Всемирной организации здравоохранения, для сохранения здоровья человеку в сутки необходимо потреблять в пищу не менее 200 г фруктов и (или) ягод, преимущественно местного производства [3]. При этом переход от привычной диеты (с высоким содержанием мяса) к более здоровой (с высоким потреблением фруктов и овощей) привел к увеличению воздействия инсектицидов и фосфорорганических соединений на организм человека в 3–4 раза, что вызвало снижение иммунитета, обусловило дополнительные риски развития ожирения и ряда опасных заболеваний. Снизить негативное воздействие пестицидов более чем на 90 % можно за счет употребления продуктов питания, полученных в результате органического земледелия [4].

Цель – изучить накопление фенольных соединений плодами *R. nigrum* сорта Памяти Вавилова при использовании биопрепаратов.

Материалы и методы. Полевой эксперимент проведен на территории ОАО «Агросад «Рассвет»» (аг. Вистычи Брестского р-на). Для выявления эффективности биопрепаратов были проанализированы образцы сорта Памяти Вавилова. Для борьбы с вредителями и болезнями, а также улучшения качества почвы были выбраны и применены четыре биологических препарата: «Битоксибациллин» (ББ), «Профит» (Метаризиум + Боверия, ПМ), «Профит» (Триходерма, ПТ), «Энтолек» (ЭЛ). В качестве контроля использовали плоды с растений, обработанных водой. Все опыты выполнены в трехкратной повторности. Выбор препаратов осуществлялся исходя из доступности на рынке, с приоритетом в пользу отечественного продукта. Обработки препаратами против вредителей и болезней проводили электрическими опрыскивателями на каждом из этапов вегетации растений с учетом классических мероприятий по защите плодово-ягодных культур и в соответствии со сроками проведения защитных мероприятий в регионе.

Для изучения эффективности биопрепаратов по отношению к накоплению фенольных соединений (далее – ФС) плоды смородины заготавливали в стадии потребительской зрелости. Биологически активные вещества экстрагировали 70 %-м этанолом (в пропорции 10 г свежих плодов на 10 мл спирта) при настаивании в течение 14 сут. в защищенном от света месте при температуре 4 °С с перемешиванием два раза в сутки. Экстракция выполнена в трехкратной повторности.

Определение общего количества ФС проводили полумикрометодом с реактивом Фолина – Чокальтеу при длине волны 765 нм и выражали в миллиграммах галловой кислоты на 100 г сырых плодов (далее – мг ГК/100 г). Содержание фенолкарбоновых кислот и флавонолов определяли по модифицированной методике L. R. Fukumoto и G. Mazza. Абсорбцию смеси регистрировали при длинах волн 280 и 360 нм для определения фенолкарбоновых кислот в миллиграммах кофейной кислоты и флавонолов в миллиграммах кверцетина соответственно. Содержание антоцианов определяли рН-дифференцированным методом с использованием 0,025 М хлоридного (рН = 1,0) и 0,4 М ацетатного (рН = 4,5) буферных растворов при длинах волн 510 нм и 700 нм. Содержание антоцианов выражали в миллиграммах дельфинидин-3-О-глюкозида на 100 г сырых плодов (экстинкция 23 700 л·моль⁻¹·см⁻¹). Спектрофотометрические измерения выполнены на спектрофотометре Proscan MC 122 (СООО «Проскан специальные инструменты», РБ) [4].

Статистическую обработку результатов проводили с использованием пакета программы Microsoft Office Excel.

Результаты исследований. Общее содержание ФС в контрольных образцах черной смородины составило $841,79 \pm 50,18$ мг ГК/100 г плодов, фенолкарбоновых кислот – $197,81 \pm 16,57$ мг кофейной кислоты / 100 г, флавонолов – $48,15 \pm 3,61$ мг кверцетина / 100 г, антоцианов – $171,0 \pm 3,43$ мг

дельфинидин 3-О-глюкозида / 100 г. Комплексная обработка ПМ + ЭЛ + ПТ была наиболее эффективной и позволила повысить как общее содержание ФС (23,46 %), так и содержание антоцианов (25,23 %) и фенольных кислот (13,24 %). Обработка ПТ также увеличила содержание ФС (19,89 %), антоцианов (17,15 %) и фенольных кислот (12,0 %) (рисунок). Наименее эффективной была обработка ББ + ЭЛ + ПТ («Битоксибациллин», «Энтолек», «Профит» (Триходерма)).

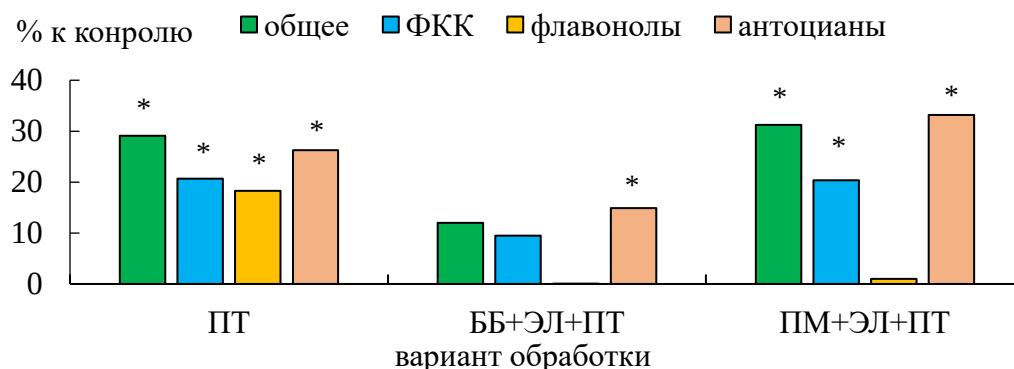


Рисунок – Относительное содержание фенольных соединений в сырых плодах *Ribes nigrum* Памяти Вавилова: ФКК – фенолкарбоновые кислоты; * – статистически достоверное отличие

Заключение. Наилучший результат продемонстрировал препарат «Профит» (Триходерма, ПТ), в состав которого входят грибы рода *Trichoderma* (штамм RP1-12; 4 штамма, относящиеся к видам *Trichoderma viride* и *Trichoderma harzianum*). Данный биопрепарат обладает росторегулирующей активностью по отношению к растениям. Эффективной также была комплексная обработка растений препаратом «Профит» (Метари-зиум + Боверия; Триходерма) и инсектицидом «Энтолек» (ПМ + ЭЛ + ПТ).

Список использованной литературы

1. Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Гос. инспекция по испытанию и охране сортов растений ; ред. В. А. Бейня ; сост.: Т. В. Семашко [и др.]. – Мн. : ИВЦ Минфина, 2025. – 300 с.
2. Ярчаковская, С. И. Эффективность экологически безопасной защиты черной смородины от вредителей // С. И. Ярчаковская, Н. Е. Колтун // Защита растений. – 2024. – № 1 (48). – С. 260–266.
3. Устойчивое здоровое питание: руководящие принципы. – Рим : Продовольств. и с.-х. ООН : ВОЗ, 2020. – 44 с.
4. Влияние биопрепаратов на содержание фенольных соединений, антиоксидантную активность и элементный состав плодов *Rubus idaeus* L. / Н. Ю. Колбас, М. О. Кайдалова, А. П. Колбас, М. М. Дашкевич // Вестник Фонда фундаментальных исследований. – 2025. – № 4. – С. 91–103.

К содержанию

УДК 595.794

Д. А. БУЛКЕВИЧ, Е. А. ТАРАСЕНКО

Минск, БГУ

Научный руководитель – Д. О. Коротева, старший преподаватель

ЖАЛОНОСНЫЕ ПЕРЕПОНЧАТОКРЫЛЫЕ (HYMENOPTERA: ACULEATA) – ПОСЕТИТЕЛИ СОЦВЕТИЙ НЕКОТОРЫХ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА СЛОЖНОЦВЕТНЫХ (ASTERACEAE) В УСЛОВИЯХ Г. ОШМЯНЫ

Актуальность. Антофильные насекомые играют важную роль в семенном воспроизводстве растений. Наибольший вклад в опыление энтомофильных цветковых растений вносят жалоносные перепончатокрылые насекомые [1]. Опыление пчелами и шмелями играет важную роль в сельском хозяйстве, обеспечивая урожайность многих сельскохозяйственных культур.

Цель – изучить таксономический состав жалоносных перепончатокрылых, посещающих соцветия семейства сложноцветных (*Asteraceae*) в условиях г. Ошмяны.

Материалы и методы. Для изучения комплексов антофильных жалоносных перепончатокрылых на территории г. Ошмяны в качестве модельного растения была выбрана кульбаба осенняя (*Scorzoneroidea autumnalis*). Это многолетнее травянистое растение, произрастающее по всей территории Беларуси. Кульбаба осенняя цветет с июля до октября, является ценным поздним медоносом. Встретить растение можно вдоль дорог, на полях, лугах [2].

Сбор материала проводился с июля по август 2025 г. в г. Ошмяны, в окрестности урочища Сухая долина. Насекомые были собраны вручную в пластиковые пробирки и смонтированы в энтомологическую коллекцию. Таксономическая принадлежность коллектированных посетителей соцветий была установлена в соответствии со специализированными ключами [3–6].

Результаты исследований. На соцветиях кульбабы осенней было зарегистрировано 19 видов жалоносных перепончатокрылых, принадлежащих к 5 семействам и 2 надсемействам. Относительное обилие отдельных видов жалоносных перепончатокрылых, отмеченных на соцветиях растений, было оценено с помощью предложенной Ю. В. Песенко [7] ограниченной сверху пятибалльной логарифмической шкалы.

Таксономическая структура рассматриваемого комплекса, а также отнесение отдельных видов к соответствующим классам обилия отражены в таблице.

Таблица – Структура комплекса жалоносных перепончатокрылых – посетителей соцветий кульбабы осенней (*Scorzoneroidea autumnalis*) в г. Ошмяны и отнесение видов к соответствующим классам обилия

Вид	Количество особей	Соответствующий класс обилия
Надсемейство APOIDEA: Семейство Andrenidae		
<i>Andrena haemorrhoa</i> (Fabricius, 1781)	1	1
<i>Andrena gallica</i> (Schmiedeknecht, 1883)	1	1
<i>Andrena hattorfiana</i> (Fabricius, 1775)	1	1
<i>Andrena carbonaria</i> (Linnaeus, 1767)	1	1
<i>Dasypoda hirtipes</i> (Fabricius, 1793)	20	3
Семейство Apidae		
<i>Apis mellifera</i> (Linnaeus, 1758)	38	4
<i>Bombus terrestris</i> (Linnaeus, 1758)	34	4
<i>Bombus lapidarius</i> (Linnaeus, 1758)	9	3
<i>Bombus pascuorum</i> (Scopoli, 1763)	3	1
<i>Bombus campestris</i> (Psithyrus) (Panzer, 1801)	1	1
Семейство Halictidae		
<i>Halictus sexcinctus</i> (Fabricius, 1775)	1	1
<i>Lasioglossum major</i> (Nylander, 1852)	2	1
Семейство Melittidae		
<i>Melitta tricincta</i> (Kirby, 1802)	1	1
Надсемейство VESPOIDEA: Семейство Vespidae		
<i>Polistes dominula</i> (Christ, 1791)	11	3
<i>Vespula vulgaris</i> (Linnaeus, 1758)	4	2
<i>Vespula germanica</i> (Fabricius, 1793)	7	2
<i>Ancistrocerus parietinus</i> (Linnaeus, 1761)	1	1

Исходя из полученных данных, наиболее высокие показатели относительного обилия были характерны для представителей видов *Bombus terrestris* и *Apis mellifera* (4 класс обилия). Эти виды активно используются в качестве опылителей культурных и сельскохозяйственных растений.

Bombus terrestris – широко распространенный на территории Беларуси полилектичный вид, легко адаптируемый к различным условиям и встречающийся в сильно измененных условиях, таких как городские районы, сельскохозяйственные ландшафты. В литературе отмечается тенденция шмелей этого вида к доминированию в сообществах антофильных насекомых, что подтверждается результатами наших исследований [8]. Обилие медоносных пчел, вероятно, обусловлено размещением ульев вблизи точки сбора материала.

Обычным видом в рассматриваемом комплексе являлась мохноногая пчела *Dasypoda hirtipes*. Представители этого вида являются олиголектами и предпочитают посещать соцветия растений семейства сложноцветных [9].

Остальные виды представлены в сборах единичными экземплярами, что указывает на возможное использование этими насекомыми кульбабы осенней в качестве дополнительного источника нектара и пыльцы.

Заключение. Преобладание *Apis mellifera* и *Bombus terrestris*, а также присутствие значительного числа *Dasypoda hirtipes* в составе посетителей соцветий кульбабы осенней свидетельствует о привлекательности этого растения в качестве источника нектара и пыльцы для активных в конце лета крупных антофильных насекомых.

Список использованной литературы

1. Гринфельд, Э. К. Происхождение и развитие антофилии у насекомых / Э. К. Гринфельд. – Л. : Изд-во Ленингр. ун-та, 1978. – 208 с.
2. Экологический центр «Экосистема» : [сайт]. – URL: <https://ecosystema.ru/08nature/flowers/098.htm> (дата обращения: 25.02.2026).
3. Определитель насекомых европейской части СССР : в 5 т. / АН СССР, Зоол. ин-т. – Л. : Наука, 1964–1986. – Т. 3 : Перепончатокрылые – бракониды, ч. 4 / под общ. ред. Г. С. Медведева. – 1986. – С. 167–198.
4. Dvořák, L. Key to the paper and social wasps of Central Europe (Hymenoptera: Vespidae) / L. Dvořák, S. P. M. Roberts // Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae. – 2006. – Vol. 46. – P. 221–244.
5. Определитель насекомых европейской части СССР : в 5 т. / АН СССР, Зоол. ин-т. – Л. : Наука, 1964–1986. – Т. 3 : Перепончатокрылые, ч. 1 / под общ. ред. Г. С. Медведева. – 1978. – 584 с. – (Определители по фауне СССР, издаваемые Зоол. ин-том АН СССР ; вып. 119).
6. Feldbestimmungsschlüssel für die Hummeln Österreichs, Deutschlands und der Schweiz (Hymenoptera, Apidae) / J. Gokcezade, B.-A. Gereben-Krenn, J. Neumayer, H. Krenn // Linzer biologische Beiträge. – 2010. – Vol. 42, № 1. – P. 5–42.
7. Песенко, Ю. А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях / Ю. А. Песенко. – М. : Наука, 1982. – 288 с.
8. Long-term data shows increasing dominance of *Bombus terrestris* with climate warming / L. Herbertsson, R. Khalaf, K. Johnson [et al.] // Basic and Applied Ecology. – 2021. – Vol. 53. – P. 116–123.
9. Прохорчик, П. С. Пчелиные (Hymenoptera: Apoidea) Беларуси. Аннотированный список / П. С. Прохорчик, О. И. Бородин // Сохранение и рациональное использование диких и одомашненных опылителей : сб. ст. I Междунар. науч.-практ. конф., 5–7 дек. 2018 г., Минск / НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам. – Мн. : НПЦ НАНБ по биоресурсам, 2018. – С. 93–141.

К содержанию

УДК 581.92:635.925(476.7)

В. Д. ВЕНСКО

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – М. В. Левковская, старший преподаватель

СОСТАВ ДЕНДРОФЛОРЫ ПАРКА КУЛЬТУРЫ И ОТДЫХА Г. ЛИДЫ

Актуальность. Важную роль в оптимизации окружающей среды играют зеленые насаждения. Являясь биологическим фильтром, они выполняют средообразующие, средозащитные, рекреационные и социальные функции [1].

Цель работы – изучение структуры древесных насаждений Парка культуры и отдыха г. Лиды.

Материалы и методы. Выявление видового состава древесных растений Парка культуры и отдыха г. Лиды осуществляли в течение вегетационного сезона 2025 г. Для определения количественной структуры дендрофлоры проводили сплошной пересчет деревьев и кустарников в пределах территории парка.

Результаты исследований. В ходе инвентаризации зеленых насаждений Парка культуры и отдыха г. Лиды были зарегистрированы 908 особей древесных растений, относящихся к 31 виду деревьев и кустарников, принадлежащих к 23 родам, 13 семействам, 2 классам отделов Голосеменные (*Pinophyta*) и Покрывтосеменные (*Magnoliophyta*).

Отдел *Pinophyta* представлен пятью видами, которые принадлежат пяти родам (*Picea* A. Dietr., *Pinus* L., *Juniperus* L., *Larix* Mill., *Thuja* L.) семейств *Pinaceae* и *Cupressaceae* класса *Pinopsida*.

Отдел *Magnoliophyta* включает 26 видов древесных растений, относящихся к 18 родам 11 семейств класса *Magnoliopsida*. Наибольшее видовое разнообразие отмечено в семействе *Salicaceae* – 5 видов р. *Salix* L. (*S. caprea* L., *S. alba* L., *S. babylonica* L., *S. fragilis* L., *S. purpurea* L.) и 2 вида р. *Populus* L. (*P. nigra* L., *P. tremula* L.); в семействе *Oleaceae* – 4 вида (*Fraxinus excelsior* L., *Fraxinus pennsylvanica* Marsch., *Syringa vulgaris* L., *Ligustrum vulgare* L.); в семействе *Rosaceae* – 4 вида (*Sorbus aucuparia* L., *Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim., *Cotoneaster lucidus* Schlecht., *Rosa canina* L.). Семейства *Aceraceae*, *Fagaceae*, *Corylaceae* насчитывают по два вида. Семейства *Betulaceae*, *Fabaceae*, *Caprifoliaceae*, *Cornaceae*, *Tiliaceae* представлены одним видом.

К отделу *Pinophyta* относятся 33 особи, к отделу *Magnoliophyta* – 875, что составляет 3,63 % и 96,37 %. По количеству растений преобладают

следующие виды деревьев и кустарников: *Ligustrum vulgare* – 157 шт. (17,29 %); *Tilia cordata* – 146 шт. (16,08 %); р. *Salix* – 96 шт. (10,57 %); р. *Fraxinus* – 91 шт. (10,02 %); *Swida sanguinea* – 83 шт. (9,14 %); *Betula pendula* – 75 шт. (8,26 %) и др. К видам дендрофлоры, доленое участие которых варьирует от 1 до 5 %, относятся *Symphoricarpus albus* (4,07 %), *Physocarpus opulifolius* (3,85 %), *Cotoneaster lucidus* (2,20 %), *Robinia pseudacacia* (2,20 %), *Picea abies* (1,65 %), *Acer negundo* (1,54 %), *Syringa vulgaris* (1,54 %), *Populus nigra* (1,32 %); не превышает 1 % – *Juniperus sabina*, *Sorbus aucuparia*, *Rosa canina* (0,77 %), *Thuja occidentalis* (0,55 %), *Pinus sylvestris*, *Carpinus betulus* (0,44 %), *Quercus robur*, *Quercus rubra*, *Populus tremula* (0,33 %), *Larix decidua* (0,22 %), *Corylus avellana* (0,11 %).

Аборигенные виды древесных насаждений парка составляют 58,06 %, интродуцированные – 41,94 %. Дендрофлора представлена деревьями (67,74 %) и кустарниками (32,26 %). Среди зарегистрированных 545 деревьев лиственные породы составляют 95,23 %, хвойные породы – 4,77 %.

Согласно результатам экологического анализа, выявлены следующие экологические особенности древесных насаждений Парка культуры и отдыха г. Лиды. По отношению к свету древесные растения представлены гелиофитами (58,06 %) и факультативными гелиофитами (41,94 %). По требованиям к влажности почвы и воздуха среди древесных растений парка выявлены мезофиты – 19 видов (61,29 %), гигромезофиты – 4 вида (12,9 %), гигрофиты – 3 вида (9,68 %), мезоксерофиты – 2 вида (6,45 %), мезогигрофиты, ксеромезофиты, ксерофиты – по одному виду (3,23 %). По отношению к плодородию почвы большинство видов деревьев и кустарников являются мезотрофами – 18 видов (58,06 %), 10 видов – мегатрофами (32,26 %), 3 вида – олиготрофами (9,68 %). В различной степени устойчивость к городским условиям проявляют 24 вида (77,42 %).

Заключение. В составе дендрофлоры Парка культуры и отдыха г. Лиды в период исследований зарегистрированы 908 экземпляров 31 вида древесных растений, принадлежащих к 23 родам, 13 семействам отделов *Pinophyta* и *Magnoliophyta*. В структуре древесных насаждений преобладают светлюбивые, мезофитные и мезотрофные виды.

Список использованной литературы

1. Видовое разнообразие и состояние насаждений лесопарковой зоны в Северном микрорайоне городского округа город Воронеж / О. В. Трегубов, М. В. Кочергина, Е. С. Фурменкова [и др.] // Лесотехнический журнал. – 2014. – № 3 (15). – С. 61–76. – DOI: 10.12737/6270.

К содержанию

УДК 591.531.1(476)

Т. В. ГЛУШЕНЯ

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

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

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЭНТОМОАКАРОКОМПЛЕКСА В ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ Г. ГРОДНО И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ

Актуальность. Формирование видового состава энтомоакарокомплекса обусловлено экологическими особенностями зеленых насаждений и основными периодами вегетации древесно-кустарниковых растений, происходит под влиянием погодно-климатических условий, технологии выращивания и системы защиты. Зеленые насаждения различного функционального назначения – обязательный компонент городской среды. Они выполняют санитарно-гигиенические и эстетические функции и представляют собой качественно новые биоценозы с высокой буферной емкостью [1, с. 7]. Интродуцированные древесные растения в них сочетаются с аборигенными, а естественные факторы – с особенностями антропогенного воздействия. Важнейшим компонентом данных биоценозов является энтомоакарофауна.

Цель настоящей работы – установить видовой состав и провести экологический анализ сообществ растительноядных клещей и насекомых, повреждающих зеленые насаждения г. Гродно и его окрестностей.

Материалы и методы. В основе работы лежат результаты обследования зеленых насаждений с мая по сентябрь 2025 г. Исследование проводили на трех пробных площадках на территории г. Гродно и его окрестностей: Г1 – район частной застройки Зарица, Г2 – аллеи Октябрьского района г. Гродно (пр-т Клецкова, ул. Советских Пограничников, ул. Кленовая), Г3 – зеленые насаждения вокруг биокорпуса (пер. Доватора, 3/1). Обследование древесных и кустарниковых растений проводили в ходе визуального осмотра, регистрируя растительноядных клещей и насекомых, а также вызванные их жизнедеятельностью повреждения разных частей растений. Поврежденные части растений гербаризировали [2] и определяли в лабораторных условиях [3; 4].

Результаты исследований. По итогам проведенных исследований с мая по сентябрь 2025 г., на территории зеленых насаждений г. Гродно и его окрестностей в составе энтомоакарокомплекса установлено 22 вида членистоногих-фитофагов из 4 отрядов, 6 семейств и 17 родов. Преобладают виды из отрядов *Prostigmata* (Растительноядные клещи) и *Hemiptera*

(Гемиптероидные), насчитывающие по 7 видов (или 32 % от общего числа). Из отряда чешуекрылых отмечено 6 видов членистоногих-фитофагов (27 %). Меньше всего – 2 вида (9 %) – принадлежит к отряду двукрылых: на тополе (*Populus* sp.) отмечена *Aulagromyza populi* (Kaltenbach, 1864) (тополевая минирующая мушка), а на робинии обыкновенной (*Robinia pseudoacacia* L., 1753) зарегистрирована *Obolodiplosis robiniae* (Haldeman, 1847) (белоакациевая листовая галлица).

В составе рассматриваемого энтомоакарокомплекса по образу жизни на древесных и кустарниковых растениях преобладают обитатели галлов, насчитывающие 10 видов из 22 отмеченных (45 % от общего числа). По стациальному распределению членистоногих-фитофагов в каждом исследованном биотопе доминируют галлообразователи (рисунок).

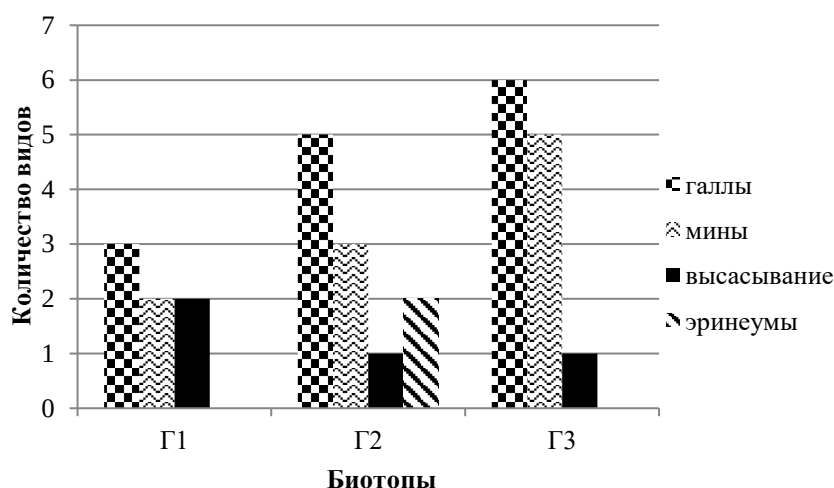


Рисунок – Распределение членистоногих-фитофагов в зеленых насаждениях г. Гродно и его окрестностей на группы по образу жизни

Среди 7 видов членистоногих-фитофагов, отмеченных в Г1 (район частной застройки Зарица), обнаружены 3 галлообразователя, 2 минера и 2 вида тлей (*Aphis pomi* (De Geer, 1773), *Eucallipterus tiliae* (Linnaeus, 1758)), инициирующих высасывание. При обследовании Г2 (аллеи Октябрьского района г. Гродно) оказалось, что среди 11 видов – 5 галлообразователей, 3 минера, 1 вид тлей. Только здесь отмечены *Aceria erinea* (Nalepa, 1891) и *Aculus hippocastani* (Focke, 1890), формирующие эринеумы («войлочки») на нижней стороне листа кормового растения. Галлообразователи в числе 6 видов доминируют и при обследовании Г3 (зеленые насаждения вокруг биокорпуса). Также здесь обнаружены 5 видов минеров и 1 вид тлей. Анализ локализации членистоногих-фитофагов на кормовом растении показал абсолютное преобладание филлобионтных форм (21 вид, или 95 % от общего числа). Данные виды

повреждают листовые пластинки. Только *Pemphigus spyrothecae* (Passerini, 1860) принадлежит к мирестемофилам, спирально закрученные галлы которого расположены на черешках листовых пластинок.

Согласно трофической специализации, среди исследованного энтомоакарокомплекса преобладают монофаги (17 видов, или 77 % от общего числа), повреждающие конкретный вид кормового растения. Олигофаги, способные повреждать несколько видов древесных и кустарниковых растений одного семейства, представлены 5 видами (23 %). Полифаги, способные повреждать широкий спектр кормовых растений, по итогам проведенных исследований, не отмечены.

Членистоногие-фитофаги повреждают 12 видов древесных и кустарниковых растений. Наибольшую кормовую базу для исследованного энтомоакарокомплекса обеспечивают растения: *Populus* sp. (4 вида) и *Tilia cordata* (Mill., 1768) (3 вида). Отмечены 7 инвазивных видов (*Aceria erineae* (Nalepa, 1891), *Aceria tristriata* (Nalepa, 1890), *Aculus hippocastani* (Fockeu, 1890)), *Cameraria ochridella* (Deschka & Dimic, 1986), *Cryptomyzus ribis* (Linnaeus, 1758), *Obolodiplosis robiniae* (Haldeman, 1847) и *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963)).

Заключение. Таким образом, на территории зеленых насаждений г. Гродно и его окрестностей в составе энтомоакарокомплекса отмечено 22 вида членистоногих-фитофагов с преобладанием галлообразователей (10 видов, 45 %), монофагов (17 видов, 77 %) и филлобионтов (21 вид, 95 %).

Видовой и количественный состав членистоногих-фитофагов в энтомоакарокомплексе зеленых насаждений неоднороден, нестабилен и напрямую зависит от типа зеленых насаждений и их породно-сортового состава.

Список использованной литературы

1. Белицкая, М. Н. Состав и структура энтомофауны зеленых насаждений урбанизированных территорий / М. Н. Белицкая, И. Р. Грибуст, Е. Э. Нефедьева // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. – 2018. – № 2. – С. 7–18.
2. Ellis, W. N. Plant Parasites of Europe: leafminers, galls and fungi / W. N. Ellis. – URL: <https://bladmineerders.nl> (date of access: 19.12.2025).
3. Гербарное дело : справ. рук. / пер. с англ. Е. Еремеевой, Д. Гельтмана и И. Соколовой под ред. Д. В. Гельтмана. – Кью : Королев. ботан. сад, 1995. – 356 с.
4. Гусев, В. И. Определитель повреждений плодовых деревьев и кустарников, применяемых в зеленом строительстве : справочник / В. И. Гусев. – М. : Агропромиздат, 1990. – 239 с.

К содержанию

УДК 595.789

К. А. ГОВОР

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

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

СЕЗОННАЯ АКТИВНОСТЬ БУЛАВОУСЫХ ЧЕШУЕКРЫЛЫХ (RHOPALOCERA) В БИОТОПАХ Г. ГРОДНО

Актуальность. Сезонная динамика численности булавоусых чешуекрылых является важным фактором при исследовании данной группы беспозвоночных животных, поскольку позволяет понять циклы развития видов, временные рамки их появления, особенно фенологических групп. Изучение сезонной активности и видового разнообразия помогает выявлять групповые тенденции и оценивать влияние природных факторов и антропогенного воздействия. Это также необходимо для мониторинга биоразнообразия, оценки состояния экосистем и разработки мер по сохранению видов [1, с. 60].

Цель – выявить таксономический состав и фенологические группы булавоусых чешуекрылых в биотопах г. Гродно.

Материалы и методы. Исследования булавоусых чешуекрылых проводили с июня по сентябрь 2025 г. в четырех биотопах на территории г. Гродно: Б1 – злаково-бобовый луг по ул. Домбровского, 60 м от дома № 64, с преобладанием растений семейства Fabaceae (Бобовые) (*Medicago falcata* L., 1753, *Medicago sativa* L., 1753, *Coronilla varia* L., 1753, *Vicia cracca* L., 1753, *Trifolium pratense* L., 1753); Б2 – суходольный луг по ул. Карского, 15 м от водоема, с преобладанием растений семейства Asteraceae (Астровые); Б3 – суходольный луг в лесопарке «Пышки», 60 м от городской больницы № 3, с преобладанием растений семейств Asteraceae (Астровые) (*Centaurea cyanus* L., 1753, *Centaurea jacea* L., 1753, *Cirsium arvense* (L.) Scop., 1772) и Urticaceae (Крапивные) (*Urtica dioica* L., 1753); Б4 – суходольный луг по ул. Юбилейной с преобладанием растений семейств Boraginaceae (Бурачниковые) (*Echium vulgare* L., 1753) и Rubiaceae (Подмареновые) (*Galium album* Mill., 1768, *Galium verum* L., 1753, *Galium mollugo* L., 1753) [2].

Результаты исследований. За обследуемый период на территории четырех биотопов г. Гродно отмечено обитание 13 видов булавоусых чешуекрылых из 4 семейств и 9 родов. Объем выборки составил 158 экземпляров. По 4 вида (31 % от общего числа) булавоусых чешуекрылых принадлежат соответственно к семействам Satyridae (Бархатницы) и Pieridae (Белянки). Из семейства Nymphalidae (Нимфалиды) отмечено

3 вида (23 %), а из семейства *Lucaenidae* (Голубянки) – 2 вида (15 %) булавоусых чешуекрылых.

Согласно стациальному распределению наибольшее количество видов булавоусых чешуекрылых (12 видов) тяготеет к Б1 (злаково-бобовый луг по ул. Домбровского). При обследовании Б2 (суходольный луг по ул. Карского) и Б3 (суходольный луг в лесопарке «Пышки») отмечено по 7 и 9 видов булавоусых чешуекрылых соответственно. В исследуемом биотопе Б4 (суходольный луг по ул. Юбилейной) численность видов оказалась наименьшей (6 видов) (рисунок 1).

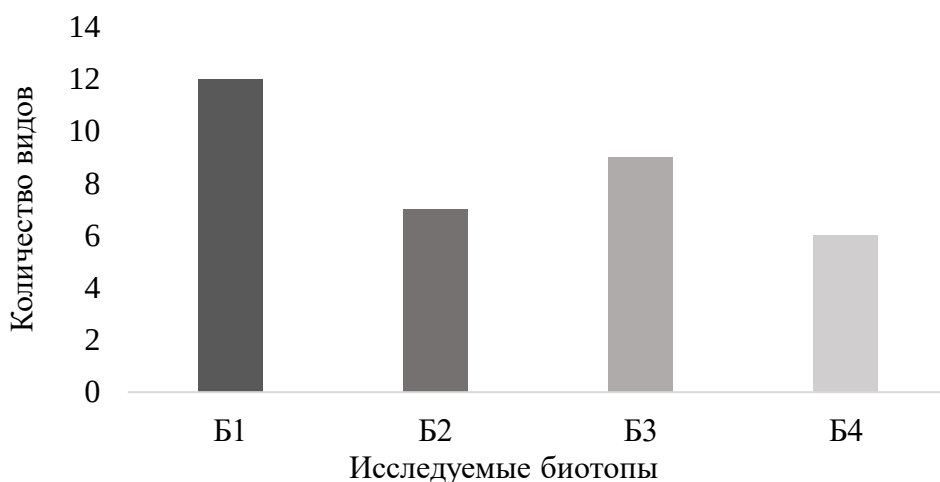


Рисунок 1 – Стациональное распределение булавоусых чешуекрылых в биотопах г. Гродно

В исследованных биотопах г. Гродно преобладают булавоусые чешуекрылые весенне-летней фенологической группы (6 видов, или 46 % от общего числа) (рисунок 2).

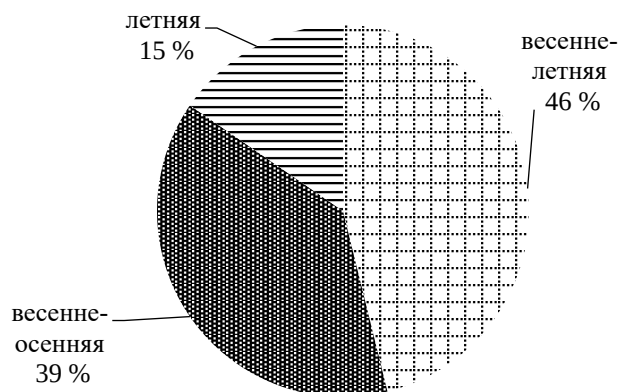


Рисунок 2 – Сезонная активность булавоусых чешуекрылых в биотопах г. Гродно

Выделяются следующие фенологические аспекты региональной фауны: весенне-летний, представленный видами булавоусых чешуекрылых, осуществляющими лёт имаго с апреля по август [3, с. 71]; летний, преимущественно слагающийся из видов с активностью в летние месяцы; весенне-осенний, слагающийся из широко распространенных видов, лёт имаго которых происходит с апреля по октябрь.

К весенне-летней фенологической группе принадлежат виды: *Aglaia io* (Linnaeus, 1758), *Aglaia urticae* (Linnaeus, 1758), *Cupido alcetas* (Hoffmannsegg, 1804), *Coenonympha pamphilus* (Linnaeus, 1758), *Coenonympha arcania* (Linnaeus, 1761) и *Vanessa atalanta* (Linnaeus, 1758). Немногим меньше, 5 видами, представлена весенне-осенняя фенологическая группа: *Pieris rapae* (Linnaeus, 1758), *Pieris napi* (Linnaeus, 1758), *Pieris brassicae* (Linnaeus, 1758), *Gonopteryx rhamni* (Linnaeus, 1758) и *Polyommatus icarus* (Rottemburg, 1775). Всего 2 вида принадлежат к летней фенологической группе: *Maniola jurtina* (Linnaeus, 1758) и *Melanagria galathea* (Linnaeus, 1758). Наибольшая численность отмечена у *Polyommatus icarus* (Rottemburg, 1775) (47 экземпляров, или 30 % от общего числа) и *Pieris rapae* (Linnaeus, 1758) (36 экземпляров, 23 %), относящихся к весенне-осенней фенологической группе.

Заключение. Таким образом, с июня по сентябрь 2025 г. при исследовании четырех биотопов г. Гродно отмечено обитание 13 видов булавоусых чешуекрылых из 4 семейств и 9 родов с преобладанием представителей весенне-летней фенологической группы (6 видов, или 46 % от общего числа).

Список использованной литературы

1. Кетенчиев, Х. А. Сезонная динамика лета булавоусых чешуекрылых (Lepidoptera, Rhopalocera) Центрального Кавказа / Х. А. Кетенчиев, А. Х. Моттаева // Юг России: экология, развитие. – 2009. – № 3. – С. 60–62.
2. Говор, К. А. Материалы по фауне дневных чешуекрылых (Lepidoptera, Rhopalocera) г. Гродно / К. А. Говор, Е. И. Гляковская // Экологическая культура и охрана окружающей среды: IV Дорофеевские чтения : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Витебск, 29 нояб. 2024 г. / Витеб. гос. ун-т ; редкол.: Е. Я. Аршанский (отв. ред.) [и др.]. – Витебск : ВГУ им. П. М. Машерова, 2024. – С. 29–30.
3. Адаховский, Д. А. Фенологические особенности булавоусых чешуекрылых (Lepidoptera, Rhopalocera) Удмуртии / Д. А. Адаховский // Вестник Удмуртского университета. – 2005. – № 10. – С. 71–80.

К содержанию

УДК 591.521

А. С. ГОРЕГЛЯД

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – В. Т. Демянчик, канд. биол. наук, доцент

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ПТИЦ, ЗАРЕГИСТРИРОВАННЫХ НА ГНЕЗДОВАНИИ В СООРУЖЕНИЯХ ЧЕЛОВЕКА, В ПИНСКОМ РАЙОНЕ

Актуальность. Населенные пункты сегодня значительно разрастаются и представляют особую среду жизни. Как известно, в населенных пунктах гнездятся различные птицы. При этом для устройства гнезд они нередко используют постройки человека. Среди птиц встречаются обычные обитатели городов и деревень, такие как бывшие выходцы скал (эпилитные виды) или открытых пространств. Кроме того, сооружения человека осваивают и лесные виды, поскольку у большинства воробьиных птиц характер расположения гнезд не бывает строго определенным. Также разнообразие сооружений человека и особенностей приспособленности конкретных популяций одних и тех же видов птиц к гнездованию в них в различных регионах может сильно отличаться. Изучение гнездования птиц в различных сооружениях человека в конкретной местности представляет научный интерес для установления степени приспособленности отдельных видов к жизни в преобразованной среде.

Цель – установить видовой состав птиц, использующих различные категории сооружений человека для гнездования, в Пинском районе.

Материалы и методы. Сбор материала по обнаружению факта гнездования птиц в технических сооружениях проводился в 23 сельских населенных пунктах и вблизи них в северо-восточной части Пинского района в течение весенне-летних периодов 2019–2025 гг. путем целенаправленного полевого наблюдения за поведением птиц в гнездовой период, обследования отдельных категорий сооружений для непосредственного обнаружения и учета гнезд, случайных регистраций гнездования, опроса населения.

К сооружениям человека относят капитальные или временные постройки, имеющие своеобразный техногенный облик и микроклимат. В данной работе используется классификация сооружений человека, основанная на микроклиматических особенностях строений, включающая 11 условных категорий согласно литературным источникам [1]. Мы учитываем только те категории сооружений, в которых были зарегистрированы факты гнездования птиц. В нашем анализе не рассматриваются обитатели специальных биотехнических сооружений.

Результаты исследований. За семь полевых сезонов наблюдений нами было обнаружено гнездование 18 видов птиц в 8 категориях сооружений человека (таблица). Из них 7 видов являются представителями эпилитных видов, т.е. тех, которые вышли из скальной среды гор, согласно Б. Клауснитцеру [2]. Это обыкновенная пустельга (*Falco tinnunculus*), сизый голубь (*Columba livia*), черный стриж (*Apus apus*), деревенская ласточка (*Hirundo rustica*), воронок (*Delichon urbicum*), горихвостка-чернушка (*Phoenicurus ochruros*), галка (*Corvus monedula*). Также отмечено гнездование двух выходцев открытых пространств: белого аиста (*Ciconia ciconia*) и домового сыча (*Athene noctua*). Есть гнездования и полевого воробья (*Passer montanus*). Указанные виды в настоящее время относят к классическим синантропным видам.

Таблица – Распределение видов птиц по категориям сооружений человека в соответствии с установленными фактами гнездования в Пинском районе

№ вида	Вид птиц	Категории сооружений								Всего гнезд
		1	2	3	4	5	6	7	8	
1	<i>Ciconia ciconia</i>		2	1		144		1		148
2	<i>Falco tinnunculus</i> *					5				5
3	<i>Falco subbuteo</i> *					5				5
4	<i>Columba livia</i>						2			2
5	<i>Athene noctua</i> *				11					11
6	<i>Apus apus</i>	1	2							3
7	<i>Riparia riparia</i>								3	
8	<i>Hirundo rustica</i>		1	8	1		42			52
9	<i>Delichon urbicum</i>		37	2			88			127
10	<i>Motacilla alba</i>		5							5
11	<i>Phoenicurus ochruros</i>		3	7	1					11
12	<i>Muscicapa striata</i>		1	2						3
13	<i>Parus major</i>							1		1
14	<i>Corvus monedula</i>					6				6
15	<i>Corvus corax</i>					5				5
16	<i>Sturnus vulgaris</i>		7					1		8
17	<i>Passer montanus</i>	2	3	2						7
18	<i>Carduelis cannabina</i>			1						1
Всего видов птиц по категориям		2	9	7	3	5	3	3	1	400

Примечания:

1. Категории сооружений человека: 1 – общественные здания; 2 – усадебные жилые дома; 3 – складские, хозяйственные и иные непромышленные помещения и объекты; 4 – производственные помещения; 5 – высотные мачтовые, каркасные и башенные сооружения; 6 – мостовые и аналогичные гидротехнические сооружения; 7 – иные крупногабаритные сооружения и биотехнические объекты; 8 – земляные сооружения.

2. * – виды, занесенные в Красную книгу Республики Беларусь.

Кроме того, на искусственно созданных обрывах были встречены 3 колонии береговой ласточки (*Riparia riparia*). Также были обнаружены факты гнездования 7 условно лесных видов: чеглока (*Falco subbuteo*), белой трясогузки (*Motacilla alba*), серой мухоловки (*Muscicapa striata*), большой синицы (*Parus major*), ворона (*Corvus corax*), обыкновенного скворца (*Sturnus vulgaris*), коноплянки (*Carduelis cannabina*), которые гнездятся обычно в дуплах, полудуплах деревьев или в открытых гнездах на деревьях.

Птицы, гнездящиеся вблизи жилья человека, довольно часто используют для строительства материалы антропогенного происхождения. В нашем исследовании мы встречали части искусственных утеплителей, полипропиленовых пищевых мешков и веревки, сетки для овощей в гнездах деревенской ласточки, горихвостки-чернушки, белого аиста, полевого воробья, большой синицы, коноплянки.

Среди обнаруженных на гнездовании птиц 3 вида (обыкновенная пустельга, чеглок, домовый сыч) относятся к видам, занесенным в Красную книгу Республики Беларусь [3].

К категориям сооружений, где было отмечено большое количество видов на гнездовании, можно отнести усадебные жилые дома (9 видов) и складские, хозяйственные и иные непромышленные помещения и объекты (7 видов). Это позволяет сделать вывод о том, что птицы, гнездящиеся в сельских населенных пунктах, предпочитают относительно малолюдные и безопасные ниши для постройки гнезд с благоприятным микроклиматом.

Заключение. Проведенные исследования в северо-восточной части Пинского района в течение 2019–2025 гг. позволили установить гнездования 18 видов птиц, из которых 3 вида включены в Красную книгу Республики Беларусь, в 8 категориях сооружений человека. Наибольшее количество видов встречается на гнездовании в 2-й и 3-й категориях сооружений. Использование сооружений человека в целях гнездования – достаточно распространенное явление среди птиц, выходцев из различных исходных местообитаний.

Список использованной литературы

1. Демянчик, В. Т. Дикие животные в сооружениях человека / В. Т. Демянчик, В. В. Демянчик. – Брест : Альтернатива, 2008. – 219 с.
2. Клауснитцер, Б. Экология городской фауны / Б. Клауснитцер ; пер. с нем. И. В. Орловой, И. М. Маровой. – М. : Мир, 1990. – 246 с.
3. Красная книга Республики Беларусь. Животные: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных / М-во природ. ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь, НАН Беларуси ; редкол.: С. М. Масляк (пред.) [и др.] ; редсовет: А. Н. Карлюкевич (гл. ред.) [и др.]. – 5-е изд. – Мн. : Беларусь, 2025. – 455 с.

К содержанию

УДК 591.523

А. С. ГОРЕГЛЯД

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – В. Т. Демянчик, канд. биол. наук, доцент

ВСТРЕЧАЕМОСТЬ ДИКИХ ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ В СООРУЖЕНИЯХ ЧЕЛОВЕКА В ПИНСКОМ РАЙОНЕ

Актуальность. Жизнь многих десятков видов фауны протекает в тесной связи с сооружениями человека на всех заселенных людьми континентах. В Беларуси более одной трети видов наземных позвоночных связано с сооружениями человека [1]. Знания о животных в сооружениях человека представляют многосторонний интерес. Появление новых, исчезновение или снижение численности известных видов почти всегда сигнализирует о каких-то серьезных изменениях природного окружения и отражает приспособленность видов к существованию в изменяющихся под воздействием деятельности человека условиях среды. Поэтому сбор данных о текущем видовом разнообразии животных, посещающих сооружения человека, характере их пребывания, частоте встречаемости является важным звеном для сравнения и прогнозирования изменения этих показателей в будущем.

Цель – установить видовой состав диких позвоночных животных, встречающихся в сооружениях человека, в северо-восточной части Пинского района, определить статус их пребывания.

Материалы и методы. Материалом для данной работы послужили регистрации пребывания диких позвоночных животных (амфибии, рептилии, млекопитающие) в различных сооружениях человека в северо-восточной части Пинского района, собранные в течение 2019–2025 гг. В ходе исследования фиксировались случаи обнаружения живых и погибших животных в сооружениях и возле них, следы их жизнедеятельности. Проводился сбор биологического материала, фото- и видеофиксация. Некоторые данные были получены путем опроса населения.

К сооружениям человека относят капитальные или временные постройки, имеющие своеобразный техногенный облик и микроклимат. В данной работе используется классификация сооружений человека, основанная на микроклиматических особенностях строений, включающая 11 условных категорий, а также классификация статусов встречаемости животных согласно литературным источникам [1]. Некоторые категории сооружений, приведенные в классификации, не встречались в месте проведения исследований, поэтому нами не рассматриваются. Также мы не приводим собранные материалы по обитателям биотехнических сооружений.

Результаты исследований. В течение 2019–2025 гг. нами было отмечено пребывание в восьми категориях сооружений человека 2 видов амфибий, 3 видов рептилий, около 9 видов млекопитающих (таблица).

Таблица – Встречаемость позвоночных животных в сооружениях человека в Пинском районе в 2019–2025 гг.

№ вида	Позвоночные животные	Категории сооружений							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	<i>Bombina bombina</i>			СП					
2	<i>Bufo viridis</i>		СП	РЕДП					
3	<i>Natrix natrix</i>		РЕДП	РЕДП	РЕДП			РЕДП	
4	<i>Vipera berus</i>		СП						
5	<i>Lacerta agilis</i>							РЕДП	
6	<i>Erinaceus concolor</i>			РЕДП				РЕДП	
7	Рукокрылые (<i>Chiroptera</i>)	РЕДО	РЕДО						
8	<i>Vulpes vulpes</i>			РЕДП					РЕДО
9	<i>Martes foina</i>		РЕДП	РП	РЕДП	РЕДП			
10	<i>Mustela vison</i>						РЕДП		
11	<i>Sciurus vulgaris</i>			РЕДП					
12	<i>Rattus norvegicus</i>		РЕДП	РО					
13	<i>Mus musculus</i>		РП	РО					
14	<i>Apodemus agrarius</i>		СП						
Всего видов		1	8	9	2	1	1	3	1

Примечания:

1. Категории сооружений человека: 1 – общественные здания; 2 – усадебные жилые дома; 3 – складские, хозяйственные и иные непромышленные помещения и объекты; 4 – производственные помещения; 5 – высотные мачтовые, каркасные и башенные сооружения; 6 – мостовые и аналогичные гидротехнические сооружения; 7 – иные крупногабаритные сооружения и биотехнические объекты; 8 – земляные сооружения.

2. Статус: РО – регулярный обитатель (регулярное размножение); РЕДО – редкий обитатель (редкое размножение); РП – регулярный посетитель (регулярное посещение, кроме размножения); РЕДП – редкий посетитель (нерегулярное посещение); СП – случайные посетители.

Среди зафиксированных видов встречаются как классические синантропы – куница каменная (*Martes foina*), крыса серая (*Rattus norvegicus*), мышь домовая (*Mus musculus*) [2], имеющие статус постоянных обитателей, так и виды, попадание которых в места их обнаружения остается загадкой. Это такие случайные посетители, как жерлянка краснобрюхая (*Bombina bombina*), гадюка обыкновенная (*Vipera berus*), мышь полевая

(*Apodemus agrarius*). Кроме того, некоторые виды рукокрылых (*Chiroptera*) в настоящее время поселяются преимущественно в строениях человека [3]. Другие виды животных с различной частотой встречаются вблизи или в границах населенных пунктов и производственных участков, поэтому возможность их проникновения в сооружения не является удивительной. Такие виды мы относим к категории редких посетителей: жаба зеленая (*Bufotes viridis*), уж обыкновенный (*Natrix natrix*), ящерица прыткая (*Lacerta agilis*), еж белогрудый (*Erinaceus concolor*), лисица обыкновенная (*Vulpes vulpes*), норка американская (*Mustela vison*), белка обыкновенная (*Sciurus vulgaris*).

Согласно результатам нашего исследования, наиболее посещаемыми категориями сооружений позвоночными животными стали усадебные жилые дома (8 видов), складские, хозяйственные и иные непромышленные помещения и объекты (9 видов). Животные в усадебных жилых домах регистрировались внутри жилых комнат, в подвалах, на чердаках, крышах, за наружными наличниками окон. В складских, хозяйственных и иных непромышленных помещениях и объектах позвоночные встречались на фермах, в хлевах, амбарах, помещениях для домашней птицы, погребах.

Заключение. В течение 2019–2025 гг. нами было отмечено в Пинском районе пребывание в 8 категориях сооружений человека 2 видов амфибий, 3 видов рептилий, около 9 видов млекопитающих. Наибольшее видовое разнообразие встречалось в 2-й и 3-й категориях сооружений. К регулярным обитателям относятся 2 вида, к редким обитателям – 2, к регулярным посетителям – 2, к редким посетителям – 9, к случайным посетителям – 4 вида.

Список использованной литературы

1. Демянчик, В. Т. Дикие животные в сооружениях человека / В. Т. Демянчик, В. В. Демянчик. – Брест : Альтернатива, 2008. – 204 с.
2. Клауснитцер, Б. Экология городской фауны / Б. Клауснитцер ; пер. с нем. И. В. Орловой, И. М. Маровой. – М. : Мир, 1990. – 246 с.
3. Демянчик, М. Г. Современный видовой состав летучих мышей Беларуси / М. Г. Демянчик // Природнае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця. – 2015. – № 8. – С. 104–106.

К содержанию

УДК 591.524.1(28)

Д. И. ГРИГОРОВИЧ

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

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

ГИДРОБИОНТНЫЕ БЕСПОЗВОНОЧНЫЕ В ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА СРЕДЫ ВОДОЕМОВ ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Актуальность. Состояние водоемов в населенных пунктах является одним из показателей благополучия урбозкосистем. Разные виды беспозвоночных животных различаются по степени чувствительности к формам и интенсивности загрязнения. Это позволяет использовать их в целях диагностики (биоиндикации) экологического состояния окружающей среды. Изучение состава живых организмов водоема позволяет быстро установить его санитарное состояние, определить степень и характер загрязнения, пути его распространения в водоеме, а также дать количественную характеристику протекания процессов естественного самоочищения [1, с. 76].

Цель работы – определить таксономический состав пресноводных беспозвоночных в водоемах Гродненской области и сравнить экологическое состояние изучаемых водоемов.

Материалы и методы. Материалом для настоящей работы послужил сбор гидробионтов беспозвоночных с июня по август 2025 г. Для исследования выбрали три водоема. В1 – водоем по ул. Карского (г. Гродно), характеризуется искусственным происхождением, пересыхания нет. Имеет береговую линию со спуском, местами – крутую. Длина водоема – 57 м, ширина – 45 м. Вода чистая, присутствует волнение. Дно пруда характеризуется наличием ила и небольшого количества камней, а также водорослей. В2 представляет собой заводь р. Жижмы (д. Германишки Вороновского района). Течение отсутствует. Имеет природное происхождение, у берега отмечен рдест плавающий (*Potamogeton natans* L., 1753). Река Жижма, самая крупная водоносная артерия Вороновского района, длиной в 37 км. Водоем В3 представляет собой пруд биологической очистки, расположенный в 40 м от мясокомбината г. Гродно. Вокруг водоема находятся гаражи и сельскохозяйственные поля. Искусственно созданный водоем, который используется горожанами для ловли рыбы и неорганизованного отдыха. Из прибрежной растительности доминируют рогоз широколистный (*Typha latifolia* L., 1753) и тростник обыкновенный (*Phragmites australis* Trin. ex Steud., 1840).

Сбор пресноводных беспозвоночных проводили с помощью гидробиологического сачка. Собранный материал определяли в лабораторных условиях с помощью бинокля и специальной литературы [2; 3].

Результаты исследований. По результатам обследования трех водоемов на территории Гродненской области за полевой сезон 2025 г. отмечено 25 видов гидробионтных беспозвоночных из 3 типов, 6 классов, 13 отрядов, 19 семейств и 23 родов.

Наиболее широко представлены в исследованных водоемах членистоногие – 14 видов, что составляет 56 % видового обилия. Моллюски представлены 8 видами, что составляет 32 %. Кольчатые черви представлены 3 видами, что составляет 12 %. Анализируя таксономический состав гидробионтов, выявили, что большинство членистоногих относятся к классу Insecta – 40 % видового обилия, также встречаются представители класса Crustacea (16 %). Из типа Mollusca представители класса Gastropoda составляют 28 % видового обилия, а Bivalvia – только 4 %. Среди кольчатых червей представлены классы Oligochaeta (4 %) и Hirudinea (8 %).

В каждом исследованном водоеме отмечены индикаторные виды для оценки качества воды с использованием индекса Майера. Метод основан на присутствии определенных групп беспозвоночных, которые связаны с разными степенями загрязнения. Результаты оцениваются путем подсчета количества найденных групп по определенной системе баллов [4]. Оценка качества воды по индексу Майера показала, что В2 (заводь р. Жижмы) с суммой баллов 18 является чистым водоемом и имеет 2-й класс качества. Водоем В3 (пруд около мясокомбината) с суммой баллов 13 имеет умеренную загрязненность и 3-й класс качества. Самым грязным водоемом оказался В1 (водоем по ул. Карского) с суммой баллов 9 и имеет 4–7 классы качества.

Анализ стациального распределения показал наибольшее количество видов в В2 (заводь р. Жижмы) и В3 (пруд около мясокомбината) – по 18 видов гидробионтных беспозвоночных соответственно. Только в В1 (водоем по ул. Карского) выявлено 7 видов водных беспозвоночных. По типу питания во всех исследованных водоемах отмечены хищники и детритофаги (рисунок).

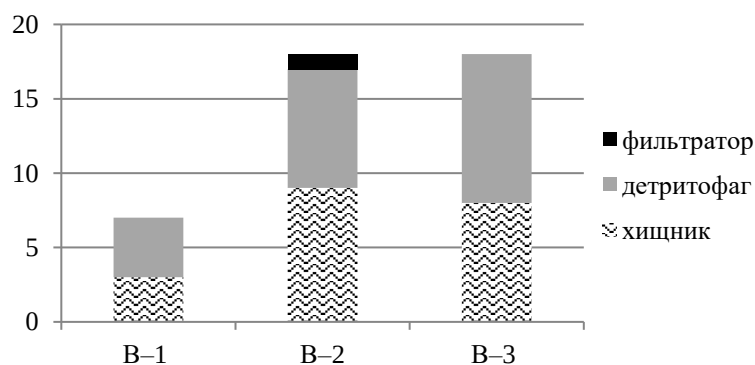


Рисунок – Распределение гидробионтных беспозвоночных в исследованных водоемах на экологические группы по способу питания

Только при обследовании В2 обнаружена *Sphaerium corneum* (Linnaeus, 1758) (шаровка роговая), являющаяся фильтратором. Детритофаги в числе 10 видов (56 % от общего числа) преобладают в В3, а хищники в числе 9 видов (50 %) – в В2. Из 7 отмеченных в В1 водных беспозвоночных 4 вида принадлежат к детритофагам и 3 вида – к хищникам.

Заключение. В ходе проведенных исследований с июня по август 2025 г. при обследовании трех водоемов Гродненской области зарегистрировано 25 видов гидробионтных беспозвоночных из 3 типов, 6 классов, 13 отрядов, 19 семейств и 23 родов. По способу питания преобладают экологические группы хищников и детритофагов. Самым чистым, согласно индексу Майера, с суммой баллов 18 оказался В2 (заводь р. Жижмы, д. Германишки Вороновского района).

Список использованной литературы

1. Держанская, А. В. Организмы-индикаторы антропогенного эвтрофирования некоторых водоемов Могилевской области / А. В. Держанская, А. Г. Сыса // Сахаровские чтения 2019 года: экологические проблемы XXI века : материалы XIX Междунар. науч. конф., 23–24 мая 2019 г., г. Минск : в 3 ч. / МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ ; редкол.: А. Н. Батян [и др.] ; под ред. С. А. Маскевича, С. С. Позняка. – Мн. : ИВЦ Минфина, 2019. – Ч. 2. – С. 76–79.
2. Шалапенко, Е. С. Краткий определитель водных беспозвоночных животных : учеб. пособие для студентов биол. фак. / Е. С. Шалапенко, Ж. Е. Мелешко. – Мн. : БГУ, 2005. – 243 с.
3. Чертопруд, М. В. Биоиндикация качества водоемов по составу сообществ беспозвоночных / М. В. Чертопруд. – М. : МГСЮН, 2007. – 24 с.
4. Денисова, С. И. Полевая практика по экологии : учеб. пособие / С. И. Денисова. – Мн. : Университетское, 1999. – 120 с.

К содержанию

УДК 372.854

И. И. ДАЦЫК, Ю. С. СТРЕХА

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. Ю. Колбас, канд. биол. наук, доцент

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НАУЧНО– ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ НАКОПЛЕНИЯ И ТРАНСЛОКАЦИИ КАДМИЯ, ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ КАТАЛАЗЫ В РАСТЕНИЯХ (НА ПРИМЕРЕ *FRAGARIA VESCA* L.)

Актуальность. Загрязнение почв тяжелыми металлами является одной из актуальных экологических проблем, поскольку данные элементы обладают высокой устойчивостью в окружающей среде и способностью

к биологическому накоплению [1]. Особую опасность представляет кадмий, характеризующийся высокой токсичностью и подвижностью в почвенной среде. Его поступление в растения приводит к нарушению физиологических процессов, угнетению фотосинтеза и развитию окислительного стресса. Одним из ключевых механизмов защиты растений от стрессовых факторов является антиоксидантная система, в состав которой входит каталаза – фермент, обеспечивающий разложение пероксида водорода и снижение уровня активных форм кислорода [2]. Изменение активности каталазы рассматривается как надежный биохимический показатель стрессового состояния растений.

В качестве модельного объекта исследования выбрана земляника лесная (*Fragaria vesca* L.), отличающаяся экологической пластичностью и доступностью для культивирования в контролируемых условиях. Актуальность работы определяется также необходимостью разработки методически обоснованных форм организации исследовательской деятельности обучающихся в системе школьного образования. Моделирование воздействия различных концентраций солей кадмия на растения позволяет интегрировать экологическое содержание с практикой экспериментальной деятельности в образовательный процесс, формируя у обучающихся устойчивые исследовательские компетенции [3].

Цель – разработать методику проведения научно-исследовательской работы обучающихся по изучению накопления и транслокации кадмия, а также его влияния на физиолого-биохимические параметры растений *F. vesca* в условиях школьной лаборатории с применением дополнительной приборной базы.

Выбор *F. vesca* в качестве объекта исследования обусловлен рядом факторов, в числе которых широкое распространение и доступность; быстрое вегетативное размножение; относительно короткий вегетационный период; чувствительность к тяжелым металлам.

F. vesca – травянистое многолетнее растение семейства *Rosaceae* Juss. Корневая система мочковатая, расположена преимущественно в верхнем слое почвы (до 20–25 см), что делает растение чувствительным к составу субстрата. Листья тройчатые, расположены на длинных черешках, образуют прикорневую розетку. Растение формирует столоны, обеспечивающие вегетативное размножение. Цветки белые, обоеполые, диаметром 1,5–2,5 см.

В природе земляника лесная широко распространена в лиственных и смешанных лесах, на опушках и полянах Республики Беларусь. В школьных условиях растение хорошо переносит выращивание в контейнерах и демонстрирует стабильное развитие в контролируемых условиях (полив, освещенность, температурный режим).

Методика проведения научно-исследовательской работы. Проведение работы состоит из следующих этапов.

1. Подготовительный. Для сравнения изучаемых параметров растений *F. vesca*, заготовленных в естественных фитоценозах, использовали сорта *F. vesca* var. *alpina* Руяна и Барон Солемахер, приобретенные в магазинах сельскохозяйственной направленности. Необходимо отобрать однородную почву в локациях естественного произрастания *F. vesca*. Согласно литературным данным [1], среднее фоновое содержание Cd в почвах юго-запада Беларуси составляет 0,17 мг/кг. Данную почву использовали в качестве контроля, а также для подготовки почвенной серии с различным содержанием кадмия (в соответствии с ТКП 17.03-06-2019 (33140), предельно допустимая концентрация (ПДК) – 0,5 мг/кг, низкая – 1,0 мг/кг, средняя – 5,0 мг/кг, высокая – 15 мг/кг). Для получения почвенной серии использовали растворы нитрата кадмия (из $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) соответствующей концентрации, учитывая вес сухой почвы, необходимой для заполнения вегетационного сосуда объемом 550 мл. Почву необходимо разместить в подобранные и подписанные вегетационные горшки (оптимальный размер 550–570 мл). Далее почва обрабатывается соответствующими растворами (дистиллированной водой для контроля) нитрата кадмия таким образом, чтобы концентрация кадмия в почве соответствовала необходимой (оптимальный объем раствора 100 мл). Раствор должен быть поглощен почвой полностью. Через сутки в каждый горшок высаживают рассаду земляники и расставляют в случайном порядке. Опыт выполняется минимум в трехкратной повторности.

2. Основной этап. Выращивание растений до определенного этапа вегетационного цикла с соблюдением режима полива, температуры (не ниже +20 °C) и освещенности. На протяжении всего периода вегетации не реже одного раза в неделю, а также в конце эксперимента осуществляют снятие морфометрических данных (количество листьев, длина и ширина сформированных листьев). В конце опыта также определяют массу надземной и подземной частей растений, длину корней. Проводят биохимические исследования: определяют активность каталазы (в листьях и корнях), содержание фотосинтетических пигментов (только в листьях) и фенольных соединений. Активность каталазы определяют в сыром растительном материале методом титрования (перманганатометрия) и спектрофотометрией (при длине волны 410 нм) [4]. Содержание фотосинтетических пигментов (хлорофиллов *a*, *b* и каротиноидов) в сырых листьях также определяют спектрофотометрически, отдельно проводят их разделение на бумаге (распределительная хроматография) согласно общепринятым методикам [4].

Определение накопления и транслокации кадмия в растениях проводится с помощью метода атомно-абсорбционной спектрофотометрии почвенных вытяжек и растительного материала (зола). В связи с отсутствием оборудования в учреждениях общего среднего образования можно обратиться в научно-исследовательский институт для проведения анализа. В ходе анализа важно определить следующие коэффициенты: соотношение подвижных и валовых форм кадмия; коэффициент биологического поглощения (отношение содержания элемента в золе растения к валовому содержанию элемента в почве; транслокационный коэффициент (отношение концентрации элемента в надземных частях растений к его концентрации в подземных органах).

3. Заключительный этап. Включает математическую обработку, анализ полученных экспериментальных данных, а также подготовку и представление материалов работы на конференциях.

Заключение. В ходе проведения данной научно-исследовательской работы у обучающихся будут сформированы знания о правилах осуществления и представления исследовательских работ, использования физико-химических методов исследования, развиты ботанические и экологические знания. Также формируются и развиваются компетенции самостоятельной и групповой работы, исследовательской деятельности, регулятивные компетенции, умения и навыки подготовки почвы, выращивания растений, проведения морфометрических измерений органов растений, приготовления вытяжек растительного материала и анализа содержания веществ в нем, проведения сравнительного анализа данных, определения влияния факторов среды на развитие растений.

Список использованной литературы

1. Колбас, Н. Ю. Оценка содержания тяжелых металлов в компонентах лесных ягодников некоторых районов Брестской области / Н. Ю. Колбас, А. П. Колбас // Веснік Мазырскага дзяржаўнага педагагічнага ўніверсітэта імя І. П. Шамякіна. – 2024. – № 1 (63). – С. 22–29.
2. Колупаев, Ю. Е. Активные формы кислорода, антиоксиданты и устойчивость растений к действию стрессоров / Ю. Е. Колупаев, Ю. В. Карпец. – Киев : Логос, 2019. – 277 с.
3. Хрипач, В. А. Организация исследовательской деятельности учащихся по биологии / В. А. Хрипач, И. В. Жигалова. – Мн. : Аверсэв, 2012. – 160 с.
4. Мазец, Ж. Э. Практикум по физиологии растений / Ж. Э. Мазец, И. И. Жукова, А. А. Деревинская. – Мн. : БГПУ, 2017. – 176 с.

К содержанию

УДК 581.92

Н. И. ДОРОФЕЙ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

ФЛОРА ГОРОДСКОГО ПАРКА ИМЕНИ Н. ГОМОЛКО Г. ЖИТКОВИЧИ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Актуальность. Парки культуры и отдыха в различных городах и населенных пунктах занимают значимое место среди культурно-просветительных учреждений той или местности (города, поселка городского типа). Их функциональное назначение определяют благодаря требованиям населения с учетом возрастающего культурного уровня граждан, а также за счет природных условий парка, его размеров и размещения в плане города.

Зеленые насаждения играют важную роль в улучшении условий жизни в городах и их благоустройстве. Специальные исследования показали, что зеленые насаждения оказывают существенное влияние на температуру воздуха. На поверхности листьев зеленых насаждений оседают и задерживаются частицы пыли и дыма, вследствие чего воздух очищается от загрязнений. Высокая звукоотражающая способность листвы древесных растений играет важную роль в снижении уровня городского шума. Многие растения обладают фитонцидными свойствами. Они повышают бактерицидную энергию воздуха. Парковые зоны способствуют улучшению качества воздуха и являются средой обитания и развития представителей флоры и фауны. Таким образом, важнейшей задачей является благоустройство и озеленение населенных пунктов [1].

Цель – установить таксономический состав флоры городского парка имени Н. Гомолко г. Житковичи Гомельской области.

Материалы и методы. Местом исследования стал городской парк имени Н. Гомолко г. Житковичи. В 1971 г., когда городскому поселку Житковичи был присвоен статус города, руководством района было принято решение о создании городского парка. В этот же год началось благоустройство парка вблизи главной улицы города. Были высажены древесные растения и кустарники, установлены лавочки. В ближайшие годы парк стал любимым местом отдыха горожан. В 1980 г. было принято решение об установке фонтана в центре парка. В конце 2003 г. городскому парку присвоили имя белорусского прозаика, переводчика и драматурга Н. И. Гомолко.

Полевые исследования проводили маршрутным методом в вегетационный период. Анализ материала осуществляли сравнительно-морфологическим методом. Определение растений проводили по определителям [2–5].

Результаты исследований. В результате проведенных исследований было установлено, что флора городского парка имени Н. Гомолко представлена следующими растениями.

Отдел *Angiospermae* Lindl.

Класс *Magnoliopsida* Brongn.

Порядок *Fagales* Engl.

Семейство *Betulaceae* S. F. Gray.

Виды *Betula pendula* Roth., *Alnus glutinosa* L.

Семейство *Fagaceae* Dumort.

Вид *Quercus robur* L.

Порядок *Malpighiales* Mart.

Семейство *Salicaceae* Mirb.

Виды *Populus balsamifera* L., *Populus tremula* L.

Порядок *Malvales* Dumort.

Семейство *Tiliaceae* Juss.

Вид *Tilia cordata* Mill.

Порядок *Sapindales* Dumort.

Семейство *Aceraceae* Juss.

Виды *Acer platanoides* L., *Acer negundo* L.

Семейство *Hippocastanaceae* Burnett.

Вид *Aesculus hippocastanum* L.

Порядок *Rosales* Perlen.

Семейство *Rosaceae* Juss.

Виды *Sorbus aucuparia* L., *Crataegus monogyna* Jacg., *Potentilla erecta* L., *Geum urbanum* L.

Семейство *Urticaceae* Juss.

Вид *Urtica dioica* L.

Порядок *Asterales* Lindl.

Семейство *Compositae* Giseke

Виды *Arctium lappa* L., *Tussilago farfara* L., *Tanacetum vulgare* L., *Cichorium intybus* L., *Achillea millefolium* L., *Taraxacum officinale* F. H. Wigg., *Matricaria chamomilla* L.

Порядок *Ranunculales* Juss. ex Bercht. & J. Presl

Семейство *Papaveraceae* Juss.

Вид *Chelidonium majus* L.

Порядок *Lamiales* Bromhead
 Семейство *Plantaginaceae* Juss.
 Вид *Plantago major* L.
 Семейство *Lamiaceae* Martinov
 Вид *Lamium album* L.

Порядок *Fabales* Bromhead
 Семейство *Fabaceae* Lindl.
 Виды *Trifolium pratense* L., *Trifolium repens* L.

Порядок *Caryophyllales* Perleb
 Семейство *Polygonaceae* Juss.
 Виды *Polygonum aviculare* L., *Rumex confertus* Willd.

Порядок *Brassicales* Bromhead
 Семейство *Brassicaceae* Burnett
 Вид *Capsella bursa-pastoris* L.

Класс *Liliopsida* Batsch

Порядок *Poales* Small
 Семейство *Poaceae* Barnhart
 Виды *Elytrigia repens* L., *Festuca pratensis* Huds.

Отдел *Lichenophyta*

Класс *Lecanoromycetes* O. E. Erikss. et Winka

Порядок *Lecanorales* Nannf.
 Семейство *Parmeliaceae* Zenker.
 Виды *Evernia prunastri* L. Ach, *Flavoparmelia caperata* L. Hale, *Parmelia sulcata* Taylor.

Порядок *Caliciales* Bessey
 Семейство *Physciaceae* Zahlbr.
 Вид *Phaeophyscia orbicularis* Neck. Moberg.

Заключение. Как видим, флора городского парка имени Н. Гомолко г. Житковичи представлена 20 видами травянистых растений, 11 видами древесных растений и 4 видами лишайников.

Список использованной литературы

1. Нагибина, И. Ю. Значение парковых зон для жителей городской среды / И. Ю. Нагибина, Е. Ю. Журова // Молодой ученый. – 2014. – № 20 (79). – С. 84–85.
2. Определитель высших растений Беларуси : учеб. пособие / Т. А. Сауткина, Д. И. Третьяков, Г. И. Зубкевич [и др.] ; под ред. В. И. Парфенова. – Мн. : Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.
3. Определитель растений Белоруссии : учеб. пособие / под ред. Б. К. Шишкина, М. П. Томина, М. Н. Гончарика. – Мн. : Выш. шк., 1967. – 872 с.

4. Нейштадт, М. И. Определитель растений средней полосы Европейской части СССР : пособие для учителей сред. шк. / М. И. Нейштадт. – 5-е изд. – М. : Учпедгиз, 1957. – 520 с.

5. Мучник, Е. Э. Учебный определитель лишайников Средней России : учеб.-метод. пособие / Е. Э. Мучник, И. Д. Инсарова, М. В. Казакова. – Рязань : Рязан. гос. ун-т им. С. А. Есенина, 2011. – 360 с.

К содержанию

УДК 54-075

А. А. ДОРОШУК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСОВ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ГРАМОТНОСТИ УЧАЩИХСЯ В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ ХИМИИ

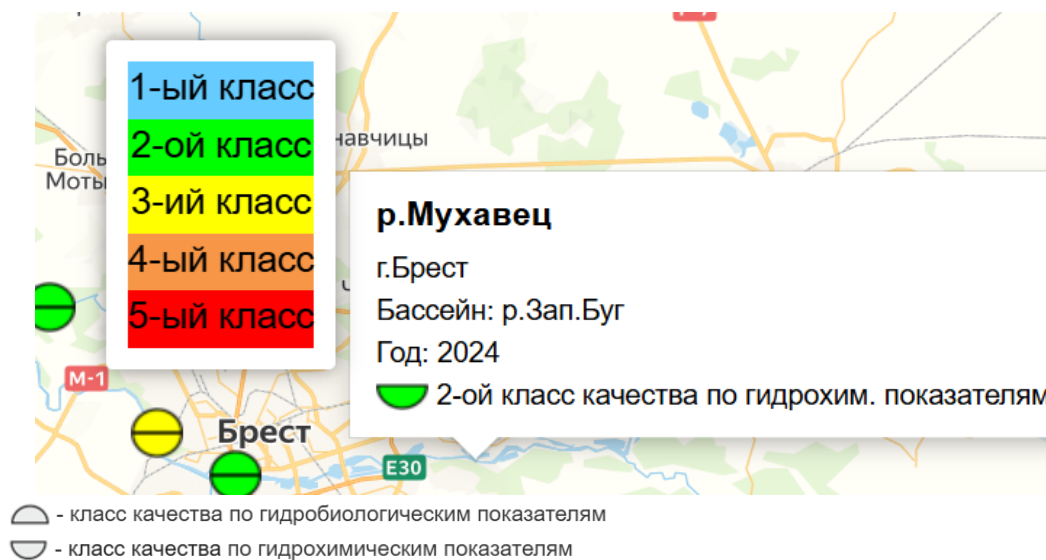
Актуальность. В условиях стремительной урбанизации и обострения экологических кризисов особую значимость при изучении естественно-научных дисциплин, в частности химии, приобретает экологическое образование. Интеграция экологических аспектов в преподавание химии позволяет учащимся не только глубже понять свойства химических веществ, но и оценить степень их воздействия на здоровье человека, состояние растительного и животного мира, что, в свою очередь, формирует бережное отношение к окружающей среде. Важная роль для формирования экологической грамотности учащихся принадлежит интернет-ресурсам, таким как научные порталы и базы данных, которые предлагают огромное количество информации о химических загрязнителях окружающей среды, их воздействии на живые организмы и экосистемы, а также о методах очистки и утилизации отходов. Интернет-ресурсы позволяют учащимся находить и анализировать данные о промышленных выбросах, состоянии воздуха, воды и почвы.

Цель – анализ интернет-ресурсов государственного учреждения «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» Минприроды Республики Беларусь (далее – Белгидромет), оказывающих влияние на формирование экологического образования учащихся во время уроков химии.

Материалы и методы. Материалы – информационные данные Белгидромета. Методы – анализ результатов мониторинга.

Результаты исследований. Экологическое образование у учащихся складывается из бережного отношения к природе и прочных естественно-научных знаний, передаваемых от учителя. Для формирования экологических знаний у учащихся преподавателем химии может использоваться актуальная информация о состоянии окружающей среды, расположенная на сайте Белгидромета [1]. Интернет-ресурс позволяет учащимся ознакомиться с актуальной информацией по результатам мониторинга земель, поверхностных и подземных вод, озонового слоя, атмосферного воздуха, лесов, растительного и животного мира, радиационного и геофизического мониторинга, локального мониторинга окружающей среды, комплексного мониторинга естественных экологических систем на особо охраняемых природных территориях, комплексного мониторинга торфяников, социально-гигиенического мониторинга, системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Информация о результатах мониторинга представлена как в виде публикаций справочного характера, так и в виде онлайн-карт (рисунок 1, 2) [1].

Использование данных мониторинга, онлайн-карт и справочной информации, представленной на интернет-ресурсе Белгидромета, помогает учащимся на уроках химии увидеть связь между химическими процессами и их влиянием на окружающую среду [1].



Присвоенные поверхностным водным объектам (их частям) классы качества выражены числовыми значениями (от 1 до 5). Класс качества считается лучше, чем меньше присвоенное ему численное значение.

Рисунок 1 – Класс качества поверхностных водных объектов по гидрохимическим и гидробиологическим показателям

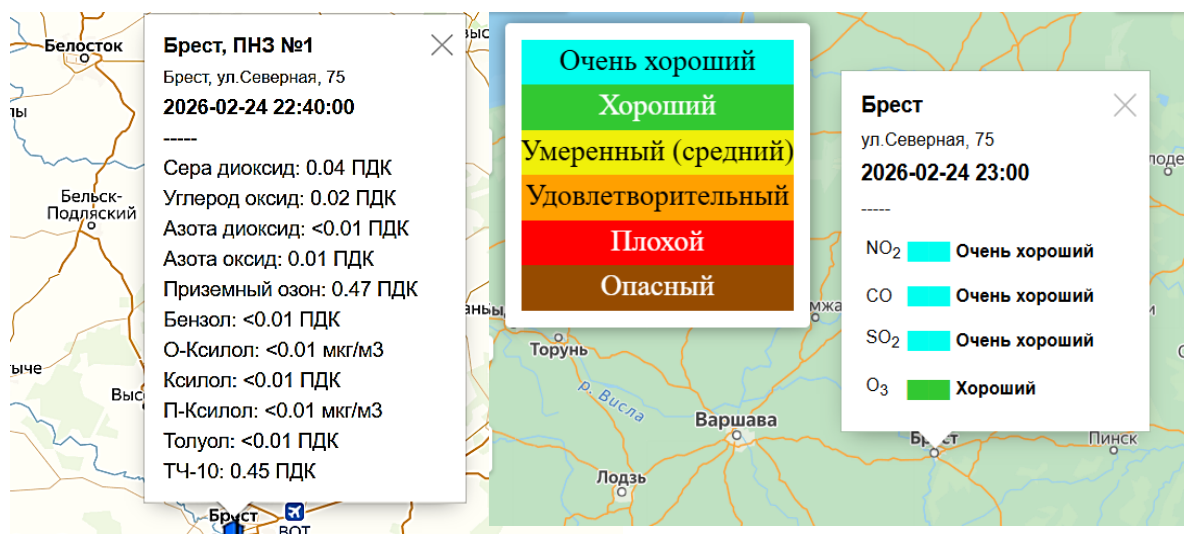


Рисунок 2 – Показатели состояния атмосферного воздуха в г. Бресте

Использование сведений Белгидромета в проектной деятельности учащихся предоставляет им уникальную возможность применять теоретические знания на практике. Проекты могут включать как изучение местных экосистем и анализ загрязнений с учетом данных, представленных на сайте, так и разработку способов их снижения. Такой подход углубляет знания и формирует ответственное отношение к экологии в условиях растущего загрязнения опасными веществами. Организация познавательной деятельности учащихся должна опираться на научный анализ реальности. Важно, чтобы учащиеся не только осваивали теоретические знания, но и применяли их на практике, исследуя окружающий мир. Это позволяет учащимся более широко взглянуть на экологические проблемы и найти комплексные решения, что приведет к формированию экологически грамотного общества [2].

Заключение. Интернет-ресурсы играют важную роль в экологическом образовании учащихся. Уроки химии являются наиболее подходящей площадкой для обсуждения проблем, касающихся загрязнения окружающей среды. Интернет-портал ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» Минприроды Республики Беларусь позволяет ознакомить учащихся с актуальными показателями мониторинга окружающей среды, методами мониторинга загрязнений и способами уменьшения их негативного воздействия. Такие интернет-ресурсы расширяют кругозор и формируют экологическое сознание, поведение и мышление учащихся. Показатели Белгидромета могут быть использованы обучающимися как в проектной, так и в научно-исследовательской деятельности.

Список использованной литературы

1. Главный информационно-аналитический центр национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь // Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды Минприроды Республики Беларусь : [сайт]. – URL: <https://www.nsmos.by> (дата обращения: 24.02.2026).
2. Моисеев, Н. Н. Экологическое образование и экологизация образования / Н. Н. Моисеев // Экология и жизнь. – 2010. – № 8. – С. 4–7.

К содержанию

УДК 504.53:631.4

М. А. ДРОНОВ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

РЕАКЦИЯ ПРОРОСТКОВ КРЕСС-САЛАТА НА ГУМИНОВЫЙ ПРЕПАРАТ «ГУМИ» ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ ПОЧВЫ БЕНЗИНОМ

Актуальность. Углеводородное загрязнение почвы представляет непосредственную угрозу для растений, а также для экосистем в целом. Бензин относится к отходам 3-го класса опасности, при загрязнении почвы нарушает физиологические процессы растений и, как следствие, снижает почвенное плодородие. Основные механизмы этого воздействия можно разделить на прямое токсическое действие углеводородов и опосредованное влияние через изменение свойств почвы. Прямое токсическое действие может проявляться через повреждение генетического аппарата [1] (снижение митотической активности, изменение соотношения фаз митоза), нарушение физиолого-биохимических процессов [2] (снижение содержания пигментов, развитие окислительного стресса), что, как правило, выражается в снижении всхожести, замедлении роста растений, хлорозах, некрозах. Углеводороды могут проникать внутрь семян (абсорбция), нарушая процессы, запускающие рост. Влияние бензина сказывается на всех этапах развития растения. При этом токсичны как жидкие фракции бензина, так и его пары [3]. В связи с этим возникает острая необходимость минимизации воздействия углеводородных поллютантов на почвенный покров и ограничения их миграции в экосистемах.

В своем исследовании мы не ставили цель установить роль бензиновых углеводородов в формировании фитотоксичности почвы и силу ее проявления, а лишь оценить целесообразность использования гуминового

препарата «Гуми-30 универсал» (далее – «Гуми») для реабилитации уже загрязненной почвы в условиях лабораторного опыта.

Материалы и методы. Для постановки опыта нами использовалась дерновая заболоченная глееватая почва гранулометрического состава песчаных пород. С целью загрязнения почвы использовали бензин АИ-95. Почвенные образцы тщательно перемешивали с различными дозами бензина для равномерного распределения углеводородного поллютанта по всему объему почвы и достижения концентраций бензина в почвенной навеске – 2,5 %, 5,0 % и 7,5 % по массе. Загрязненные почвенные навески массой по 100 г помещали в пластиковые кюветы и добавляли гуминовый препарат.

Раствор гуминового препарата готовили согласно прилагаемой инструкции. В каждую кювету приливали по 50 мл раствора гуминового препарата, а в кювету с контролем прибавляли 50 мл отстоявшейся водопроводной воды. На следующий день почвенные пластинки в кюветах накрывали слоем фильтровальной бумаги таким образом, чтобы она полностью пропиталась почвенным раствором, а на фильтровальную бумагу равномерно раскладывали семена кресс-салата (*Lepidium sativum* L.) сорта Обыкновенный. Регистрацию показателей проводили на 5-е сутки опыта.

Результаты исследований. В результате опыта было установлено, что присутствие бензина в почвенной пластинке оказало заметное влияние на всхожесть тест-культуры, показатель которой находился в диапазоне от 72 до 88 % (рисунок 1). При этом отмечалось, что с увеличением концентрации загрязнителя всхожесть тест-культуры линейно повышалась. Известно, что бензин, в отличие от моторных масел, является совокупностью более легких, летучих фракций, что обуславливает его быстрое испарение, снижая токсический эффект на семена растений, в отличие от тяжелых масляных фракций, создающих устойчивую пленку на поверхности почвы, препятствующую нормальной аэрации семян. Однако это не объясняет повышения всхожести с увеличением концентрации загрязнителя.

Действие гуминового препарата при загрязнении почвы бензином оказывало стимулирующее влияние на прорастание семян при более низких концентрациях загрязнения. При увеличении концентрации загрязнения положительное влияние гуминового препарата на прорастание семян снижалось. Тем не менее в варианте с минимальной концентрацией углеводорода в почве детоксицирующий эффект от препарата «Гуми» составил почти 17 % (рисунок 1).

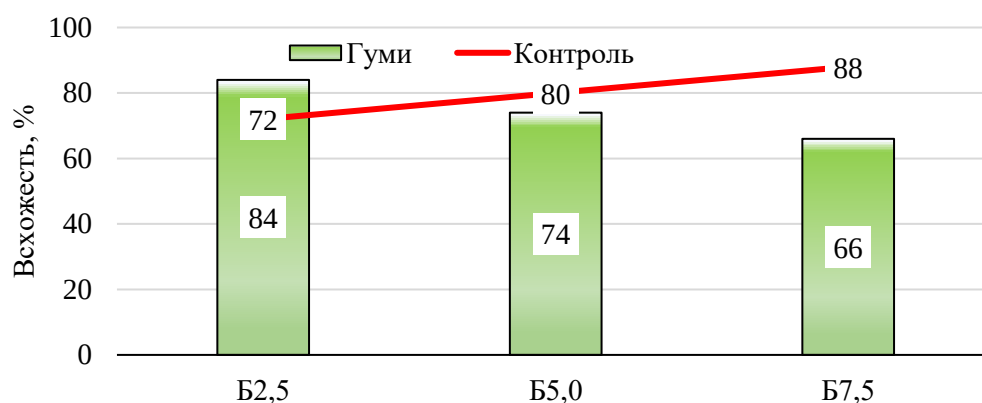
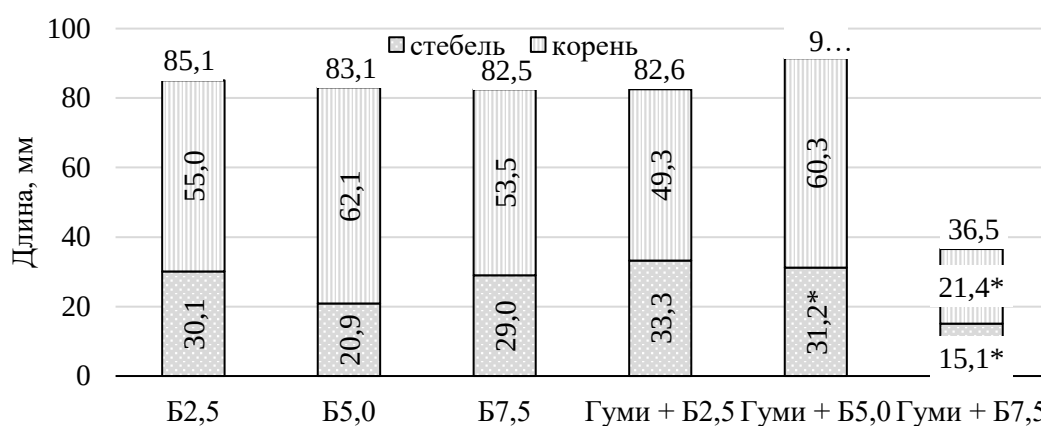


Рисунок 1 – Изменение всхожести кресс-салата в условиях углеводородного загрязнения в присутствии гуминового препарата

Изменение морфометрических показателей проростков тест-культуры при загрязнении почвы бензином также было неоднозначным. В целом отмечается незначительное снижение общей длины проростков, тогда как изменение показателя длины как корней, так и стеблей с увеличением концентрации бензина в почве было нелинейным (рисунок 2).



* достоверно при $P_{0,01}$

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

Применение гуминового препарата с целью реабилитации загрязненной бензином почвенной пластинки сопровождалось увеличением длины надземной части проростков тест-культуры при концентрации токсиканта в почве 2,5 % и 5,0 % (на 10,5 % и 49,1 % соответственно). При этом в варианте с максимальной дозой бензина этот показатель существенно снизился на 47,96 %.

Влияние гуминового препарата «Гуми» на фоне загрязнения почвы бензином в отношении корней проростков кресс-салата было отрицательным вне зависимости от дозы токсиканта. При этом следует отметить значительное снижение средней длины корешков проростков в варианте «Гуми» + Б_{7,5} (почти на 60 %).

Заключение. Таким образом, использование гуминового препарата «Гуми» в условиях загрязнения почвы отработанным бензином нецелесообразно. Положительный эффект отмечен лишь при внесении препарата в условиях слабого загрязнения почвы бензином.

Список использованной литературы

1. Цитогенетические последствия воздействия бензина на *Lepidium sativum* L. / Л. С. Тупицына, Е. О. Волкова, С. С. Тупицын, З. В. Шейкина // Теоретическая и прикладная экология. – 2024. – № 2. – С. 167–174.
2. Phytotoxicity of petroleum hydrocarbons: Sources, impacts and remediation strategies / F.U. Haider, M. Ejaz, S. A. Cheema [et al.] // Environmental Research. – 2021. – Vol. 197. – DOI: 10.1016/j.envres.2021.111031.
3. Халилова, А. Ф. Основные факторы и механизмы фитотоксичности топливных углеводородов и условия ее снижения : дис. ... канд. биол. наук : 03.02.08 / Халилова Айгуль Фидаилевна ; Казан. гос. ун-т. – Казань, 2012. – 164 л.

К содержанию

УДК 595.799

А. О. ДУДКИНА

Минск, БГУ

Научный руководитель – Д. О. Коротева, старший преподаватель

ДОПОЛНЕНИЕ К ИЗУЧЕНИЮ ПЧЕЛИНЫХ (HYMENOPTERA: APOIDEA) – ПОСЕТИТЕЛЕЙ СОЦВЕТИЙ ВЕРЕСКА ОБЫКНОВЕННОГО (*CALLUNA VULGARIS* L.) В УСЛОВИЯХ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «НАРОЧАНСКИЙ»

Актуальность. Национальный парк «Нарочанский», созданный в 1999 г. на западе Белорусского Поозерья в целях сохранения уникальных природных комплексов, является самым молодым в системе особо охраняемых природных территорий (далее – ООПТ) Беларуси [1]. Разнообразие геоморфологических условий, особенности режима гидрографии и пестрая картина структуры почвенного покрова парка определяют высокий уровень его фитоценотического разнообразия [2]. В лесных биоценозах парка часто встречается вереск обыкновенный (*Calluna vulgaris* L.), представляющий кормовую базу для ряда полилектичных насекомых.

Установление таксономического состава энтомокомплексов посетителей соцветий вереска обыкновенного в условиях Национального парка «Нарочанский» является актуальной задачей в процессе изучения структуры комплексов антофильных насекомых – посетителей соцветий энтомофильных растений на охраняемых территориях Беларуси.

Цель – изучение видового состава жалоносных перепончатокрылых насекомых, посетителей вереска обыкновенного (*Calluna vulgaris* L.) на территории Национального парка «Нарочанский».

Материалы и методы. Материалом для данной работы послужили выполненные в 2025 г. сборы перепончатокрылых насекомых с соцветий вереска обыкновенного (*Calluna vulgaris* L.). Верески характеризуются широким ареалом произрастания и являются хорошими медоносами, благодаря чему они привлекательны для пчел в качестве источника нектара и пыльцы.

Сбор насекомых с соцветий проводился вручную на территории Национального парка «Нарочанский» в дни с погодными условиями, позволяющими насекомым активно посещать соцветия модельного растения. Насекомых помещали в полипропиленовые пробирки объемом 1,5 и 4 мл для хранения, в дальнейшем монтировали энтомологическую коллекцию. Таксономическую принадлежность коллектированных перепончатокрылых устанавливали по определительным ключам [3; 4].

Результаты исследований. Общий объем сборов составил 44 экземпляра пчелиных, относящихся к 8 видам и 3 семействам. Относительное обилие рассматриваемых в работе видов было оценено с использованием пятибалльной логарифмической ограниченной сверху шкалы, предложенной Ю. В. Песенко [5]. Структура рассматриваемого энтомокомплекса, а также относительное обилие видов пчелиных представлены в таблице.

Таблица – Видовой состав и относительное обилие пчелиных (Hymenoptera: Apoidea) – посетителей соцветий вереска обыкновенного (*Calluna vulgaris* L.) в условиях Национального парка «Нарочанский»

Семейство	Вид	Количество коллектированных имаго	Класс обилия
Andrenidae	<i>Andrena tridentata</i> (K.)	1	1
Colletidae	<i>Colletes succinctus</i> (L.)	1	1
Apidae	<i>Bombus humilis</i> Illig.	1	1
	<i>Bombus hypnorum</i> (L.)	1	1
	<i>Bombus lucorum</i> (L.)	26	5
	<i>Bombus pascuorum</i> (Scop.)	3	2
	<i>Bombus soroeensis</i> (Fabr.)	1	1
	<i>Bombus terrestris</i> (L.)	10	3

Исходя из полученных данных, большинство отмеченных в работе видов соответствовали 1-му классу обилия, включающему единичные виды. Это может указывать на использование вереска обыкновенного (*Calluna vulgaris* L.) насекомыми рассматриваемого энтомокомплекса в качестве дополнительного источника нектара и пыльцы. К числу малочисленных видов (2-й класс обилия) относится *Bombus pascuorum* (Scop.). Это может быть связано с тем, что *Bombus pascuorum* (Scop.) относится к группе среднехоботковых шмелей [6]. Его ротовой аппарат приспособлен для добывания нектара из глубоких цветочных трубок, таких как у клевера (*Trifolium* L.) и шалфея (*Salvia* L.). Средний хоботок требует более сложной и длительной манипуляции при сборе нектара с вереска, так как у данного растения короткие, но очень густо расположенные цветки и нектар в них находится у самого основания. К 3-му классу обилия относятся шмели *Bombus terrestris* (L.). Представители этого вида имеют широкую экологическую пластичность, в связи с чем могут приспосабливаться к изменяющимся условиям среды [7]. К числу доминирующих видов (5-й класс обилия) в рассматриваемом энтомокомплексе относятся шмели *Bombus lucorum* (L.). Представители этого вида – широко распространенные на территории Беларуси полилектичные пчелы, посещающие широкий спектр цветковых растений. Многочисленных видов (4-й класс обилия) в выборке не было обнаружено.

Заключение. Таким образом, на соцветиях вереска обыкновенного (*Calluna vulgaris* L.) в условиях Национального парка «Нарочанский» было зарегистрировано 8 видов пчелиных, относящихся к 3 родам и 3 семействам, среди которых было отмечено преобладание короткохоботковых шмелей (*Bombus lucorum* L.).

Список использованной литературы

1. Шейко, А. А. Дополнения к списку жалоносных перепончатокрылых (Hymenoptera: Aculeata) Национального парка «Нарочанский» / А. А. Шейко // Особо охраняемые природные территории Беларуси. Исследования : сб. науч. ст. / Упр. делами Президента Респ. Беларусь, Березин. биосфер. заповедник ; редкол.: В. С. Ивкович (отв. ред.) [и др.]. – Мн. : Бел. Дом печати. – 2023. – Вып. 18. – С. 241–244.
2. Растительность и биотопы национального парка «Нарочанский» с картой наземной растительности (М 1:60 000) и картой биотопов (М 1:60 000) / Д. Г. Груммо, Р. В. Цвирко, Е. Я. Куликова [и др.] ; под науч. ред. А. В. Пугачевского. – Мн. : Колорград, 2017. – 81 с. – 1 CD-ROM.
3. Feldbestimmungsschlüssel für die Hummeln Österreichs, Deutschlands und der Schweiz (Hymenoptera: Apidae) / J. Gokcezade, B.-A. Gereben-Krenn, J. Neumayer, H. Krenn. – Leipzig : Quelle & Mayer, 2010. – 48 s.
4. Определитель насекомых европейской части СССР : в 5 т. / АН СССР, Зоол. ин-т. – Л. : Наука, 1964–1986. – Т. 3 : Перепончатокрылые, ч. 1 / под общ. ред. Г. С. Медведева. – 1978. – 584 с. – (Определители по фауне СССР, издаваемые Зоол. ин-том АН СССР ; вып. 119).

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

6. Harmon-Threatt, A. N. Filtering across Spatial Scales: Phylogeny, Biogeography and Community Structure in Bumble Bees / A. N. Harmon-Threatt, D. D. Ackerly // PLOS One. – 2013. – Vol. 8 (3). – DOI: 10.1371/journal.pone.0060446.

7. Long-term data shows increasing dominance of *Bombus terrestris* with climate warming / L. Herbertsson, R. Khalaf, K. Johnson [et al.] // Basic and Applied Ecology. – 2021. – Vol. 53. – P. 116–123/

К содержанию

УДК 574.472:595.792.2(476)

М. Н. ЖАВРИД

Минск, БГУ

Научный руководитель – С. В. Буга, доктор биол. наук, профессор

НАСТОЯЩИЕ ТЛИ (STERNORRHYNCHA: ARHIDINEA: ARHIDOIDEA), ПОВРЕЖДАЮЩИЕ КЛЕНЫ (ACER L.) В НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ «НАРОЧАНСКИЙ»

Актуальность. Для многих таксонов насекомых фауны Беларуси до сих пор не завершен описательно-инвентаризационный этап исследований. Данное утверждение тем более справедливо для такой группы равнокрылых хоботных насекомых, как настоящие тли. Этот таксон представлен в опубликованной в 2016 г. сводке по насекомым Березинского биосферного заповедника [1]. При этом степень изученности дендрофильных тлей и представителей иных экологических групп тлей фауны Беларуси несопоставима: первые изучены достаточно подробно, результаты их исследований частично отражены в соответствующей монографии [2]. Однако в условиях особо охраняемых природных территорий исследования этих тлей выполнялись эпизодично: сведения хотя бы об их таксономическом составе опубликованы лишь для Налибокской пуши (Республиканский ландшафтный заказник «Налибокский») [3], а также, как уже было упомянуто выше, Березинского биосферного заповедника [1]. Для такого крупного и значимого природного резервата, как Национальный парк «Нарочанский» [4], сводки по таксономическому составу дендрофильных тлей к настоящему времени отсутствуют.

Род клен (*Acer* L.) в аборигенной флоре Беларуси представлен повсеместно произрастающим кленом остролистным (*Acer platanoides* L.). Культивируются, дичают и натурализуются в условиях страны клен полевой (*Acer campestre* L.), клен татарский (*Acer tataricum* L.) и клен

ясенелистный (*Acer negundo* L.). К числу культивируемых также принадлежат клен ложноплатановый (*Acer pseudoplatanus* L.) и клен серебристый (*Acer saccharinum* L.) [5]. На кленах в Палеарктике развиваются тли рода *Drepanosiphum* Koch, 1855 из семейства *Drepanosiphidae*, а также рода *Periphyllus* Hoveen, 1863 из семейства *Chaitophoridae* [6]. Для фауны Беларуси к настоящему времени известны *Drepanosiphum platanoidis* Schrank, 1801 и *Drepanosiphum aceris* Koch, 1855, а также *Periphyllus aceris* Linnaeus, 1761, *Periphyllus lyropictus* Kessler, 1886, *Periphyllus coracinus* Koch, 1854, *Periphyllus testudinaceus* Fernie, 1852 и *Periphyllus acericola* Walker, 1848 [2; 7]. Из них *P. acericola* и *D. platanoidis* развиваются исключительно на интродуцированном в Беларусь клене ложноплатановом (*A. pseudoplatanus*), что дает основания для отнесения их к адвентивной фракции рецетной афидофауны.

Цель – установление видового состава настоящих тлей (Sternorrhyncha: Aphidinea: Aphidoidea), повреждающих клены (*Acer* L.) в условиях Национального парка «Нарочанский».

Материалы и методы. Материалом для нашего исследования послужили сборы настоящих тлей в 70 %-м этаноле, выполненные в 2021–2025 гг. в ходе обследований лесных массивов и зеленых насаждений населенных пунктов на территории Национального парка «Нарочанский» в рамках выполнения задания «Особенности и тенденции изменений популяций ресурсных, редких и индикаторных видов, структуры и функционирования сообществ и экосистем в условиях климатических перемен и антропогенной трансформации местообитаний» государственной программы научных исследований «Природные ресурсы и окружающая среда» на 2021–2025 гг. Также выполнено извлечение информации из базы данных по тлям Беларуси, просмотрены постоянные микроскопические препараты настоящих тлей, хранящиеся на кафедре зоологии Белорусского государственного университета. Работы с препаратами выполнялись на стереоскопическом микроскопе Ziess Stemi 2000. Идентификация таксономической принадлежности настоящих тлей осуществлена с использованием определительных таблиц, размещенных на портале Blackman & Eastop's Aphids on the World's Plants [8].

Результаты исследований. Обработка доступных афидологических материалов позволила выявить для Национального парка «Нарочанский» 1 вид тлей рода *Drepanosiphum* и 4 вида рода *Periphyllus*.

D. aceris формирует на листовых пластинках (чаще на их нижней стороне) рыхлые агрегации. Взрослые тли виргинопарных поколений крылаты, при опасности легко осуществляют разлет. Вспышки массового размножения регистрируются как в лесных массивах (включая участки рекреационных лесов), так и в зеленых насаждениях населенных пунктов.

P. aceris принадлежит к числу филлобионтов, для которых весьма характерны плотные колонии диапаузирующих летом личинок младших возрастов. Первый подъем численности *P. aceris* наблюдается в ранне-летний, второй – в позднелетний – раннеосенний период.

P. lyropictus формирует агрегации на нижней стороне листовых пластинок, летняя диапауза для вида не характерна.

P. coracinus является каулобионтом: тли формируют колонии на побегах сеголетних, одревесневающих и уже одревесневших 1–2-летних.

P. testudinaceus принадлежит к числу листопобеговых форм, колонии могут располагаться как на вершинах растущих побегов, так и на черешках листьев, листовых пластинках.

Заключение. По результатам выполненных исследований для Национального парка «Нарочанский» отмечено 5 видов настоящих тлей, повреждающих клены, в числе которых *Drepanosiphum aceris*, *Periphyllus aceris*, *Periphyllus lyropictus*, *Periphyllus coracinus*, *Periphyllus testudinaceus*.

Работа выполнена в рамках задания «Особенности, тенденции и закономерности изменений биологического разнообразия, популяций ресурсных, редких и индикаторных видов» государственной программы научных исследований «Рациональное природопользование» на 2026–2030 гг.

Список использованной литературы

1. Биологическое разнообразие Березинского биосферного заповедника: ногохвостки (Collembola) и насекомые (Insecta) / О. И. Бородин, А. В. Дерунков, С. В. Салук [и др.] ; под общ. ред. А. О. Лукашука, В. А. Цинкевича. – Мн. : Бел. Дом печати, 2016. – 352 с.
2. Буга, С. В. Дендрофильные тли Беларуси / С. В. Буга. – Мн. : БГУ, 2001. – 98 с.
3. Буга, С. В. Дендрофильные тли (Homoptera: Aphidoidea) заказника «Налибокская пуца» / С. В. Буга // Вестник Белорусского государственного университета. Серия 2, Химия. Биология. География. – 1995. – № 1. – С. 40–43.
4. Национальный парк «Нарочанский» : [сайт]. – URL: <https://narochpark.by/> (дата обращения: 27.02.2026).
5. Определитель высших растений Беларуси : учеб. пособие / Т. А. Сауткина, Д. И. Третьяков, Г. И. Зубкевич [и др.] ; под ред. В. И. Парфенова. – Мн. : Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.
6. Holman, J. Host Plant Catalog of Aphids: Palaearctic region / J. Holman. – Dordrecht : Springer Netherlands, 2009. – 1140 p.
7. Буга, С. В. Некоторые особенности биоэкологии и структуры гильдий афидофагов кленовых тлей рода *Periphyllus* van der Hoeven в условиях Беларуси / С. В. Буга, В. А. Каминский // Вестник Белорусского государственного университета. Серия 2, Химия. Биология. География. – 1998. – № 1. – С. 36–39.
8. Blackman & Eastop's Aphids on the World's Plants : [site]. – URL: <https://aphidsonworldsplants.info/> (date of access: 27.02.2026).

К содержанию

УДК 581.82

Т. А. ЖУК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЛИСТОВОЙ ПЛАСТИНКИ ЧИСТЯКА ВЕСЕННЕГО (*FICARIA Verna* HUDS.)

Актуальность. Эфемероиды – многолетние, более крупные, чем эфемеры, травянистые растения с коротким весенним периодом вегетации. Цветут они рано весной. Летом их надземные побеги полностью отмирают, остаются лишь подземные запасующие органы с почками: луковицы, клубни, корневища. Произрастают эфемероиды в аридных областях, где покоятся в период засухи под землей, а также в лесостепях и широколиственных лесах, где используют влажный и светлый период до распускания листьев на деревьях.

Во флоре Беларуси на долю эфемеров и эфемероидов приходится небольшое число видов. Поскольку многие виды эфемеров и эфемероидов Беларуси являются редкими и охраняемыми, их изучение может способствовать разработке мероприятий, направленных на сохранение их видового разнообразия. Но, несмотря на достаточно хорошую известность двух этих групп растений, до сих пор нет единой точки зрения относительно принадлежности эфемеров и эфемероидов к определенной экологической группе.

По отношению к свету эфемеры и эфемероиды относятся к светолюбивым растениям, или гелиофитам. Они оптимально развиваются при полном освещении и не выносят длительного затенения, поэтому в листопадных лесах для эфемеров и ранневесенних эфемероидов свет выступает ограничивающим рост и развитие фактором [1].

Для эфемероидов характерна осенне-зимне-весенняя вегетация. Они прорастают обычно при относительно низкой положительной температуре и высокой интенсивности освещения, обычно ранней весной. Среди них есть и осеннецветущие виды, произрастающие в районах с климатическим ритмом средиземноморского типа (летней засухой и осенне-зимними осадками). Процесс вегетации и цветения надземной биомассы эфемероидов начинается ранней весной, когда листва на деревьях не распустилась, т. е. в условиях относительно низкой температуры и высокой инсоляции.

По признакам анатомического строения листьев эфемеры и эфемероиды можно отнести к мезофитам. Однако, согласно литературным данным, по физиологическим показателям, в частности высокой интенсивности

транспирации, эти растения не уступают ксерофитам. Такая высокая интенсивность транспирации обусловлена сильной освещенностью, а также обилием влаги весной после таяния снега. С учетом данных и анатомии, и физиологии эфемеры и эфемероиды следует рассматривать как особую самостоятельную экологическую группу, требующую дальнейшего комплексного изучения [2].

Цель – изучить анатомическое строение листовой пластинки чистяка весеннего (*Ficaria verna* Huds.).

Материалы и методы. Чистяк весенний (*Ficaria verna* Huds.) – многолетний эфемероид с клубневидными, яйцевидными и продолговато-яйцевидными корнями (фото).



Фото – *Ficaria verna* Huds.

Стебель до 15–30 см длины, как и все растение, совершенно голый, восходящий и более или менее изогнутый; простой или ветвистый, снизу одетый пленчатыми влагалищами листьев, выше олиственный. Прикорневые листья расположены на длинных, стеблевые – на коротких черешках, внизу расширяющихся в пленчатые влагалища.

Пластинка 2–5 см в диаметре, как и черешок, более или менее мясистая, блестяще-темно-зеленая, округло-сердцевидная или у верхних листьев треугольно-сердцевидная, по краям крупно-городчато-выемчатая, реже цельнокрайняя, в основании сердцевидно-выемчатая с более или менее раздвинутыми, но не налегающими лопастями. Цветки 2,5–3,5 см в диаметре. Лепестки длинные, золотисто-желтые, продолговато-яйцевидные, 10–18 мм длиной и 4–7 мм шириной. Цветет в апреле – мае. Растет по лугам, опушкам, в кустарниках, по береговым склонам, на сырых местах. По использованию имеет хозяйственное значение, являясь пищевым (салатное), лекарственным, декоративным, медоносным растением. Во время плодоношения ядовитое [3].

Для приготовления срезов использовали общепринятую в анатомии растений методику. Растения фиксировали в 75 %-м спирте. Спустя две недели делали временные препараты. Для этого фрагменты листовой пластинки зажимали между двумя половинками сердцевины бузины и делали поперечные срезы. Затем помещали на предметное стекло в каплю глицерина и покрывали предметным стеклом. Препараты изучали под микроскопом «Биолам Р-15» [4].

Результаты исследований. Клетки верхнего и нижнего эпидермиса листовой пластинки отличаются по форме, размерам клеток и по толщине их оболочек. Клетки верхнего (адаксиального) эпидермиса крупные, форма их поперечного сечения овальная, наружная тангентальная оболочка их клеток слегка утолщенная, однако кутикула не просматривается. У нижнего эпидермиса клетки мелкие, имеют в поперечном сечении округлую форму. Все стенки их клеток очень тонкие. Кутикула также отсутствует.

Столбчатая (полисадная) ткань мезофилла состоит из двух, местами из трех слоев клеток. Эти клетки высокие, вытянуты в антиклинальном направлении, плотно располагаются, содержат много хлоропластов.

Губчатый мезофилл включает в себя 14–15 слоев клеток – округлых, овальных, вытянутых в тангентальном направлении. Оболочки у всех клеток очень тонкие. Клетки расположены очень рыхло, между ними имеются большие воздухоносные полости, так что ткань напоминает аэренхиму.

Под пучком центральной жилки развита паренхимная ткань из округлых, плотно расположенных клеток. Они почти лишены хлоропластов. За счет сильного развития этой ткани образуется небольшой выступ на нижней поверхности листовой пластинки.

Заключение. В составе пластинки листа *Ficaria verna* Huds. имеются однослойные верхний и нижний эпидермис, мезофилл, состоящий из столбчатой и губчатой ткани, т. е. листья у чистяка весеннего имеют бифациальную структуру, проводящие пучки.

Список использованной литературы

1. Слонов, Л. Х. Экологические группы растений и их особенности : учеб. пособие / Л. Х. Слонов. – Нальчик : КБГУ, 1987. – 70 с.
2. Матусевич, Н. М. Об экологическом ранге эфемеров и эфемероидов / Н. М. Матусевич // Менделеевские чтения – 2022 : сб. материалов Респ. науч.-практ. конф. по химии и хим. образованию, Брест, 25 февр. 2022 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: Э. А. Тур, Е. Г. Артемук (отв. ред.), Н. С. Ступень. – Брест : БрГУ, 2022. – С. 76–80.
3. Весеннецветущие растения для озеленения городов и населенных пунктов Беларуси: рекомендации по ассортименту, агротехнике, размножению и использованию / Н. М. Лунина [и др.] ; под ред. И. К. Володько. – Мн. : Эдит ВВ, 2007. – 24 с.
4. Прошина, М. В. Ботаническая микротехника : монография / М. В. Прошина. – М. : Высш. шк., 1960. – 206 с.

К содержанию

УДК 595.763.79/595.772:502.4:574.476

В. В. ЗАЯЦ

Минск, БГУ

Научный руководитель – О. Ю. Круглова, канд. биол. наук, доцент

**ДИНАМИКА ЗАРАЖЕННОСТИ ПАРАЗИТОИДАМИ
ПРЕИМАГИНАЛЬНЫХ СТАДИЙ ИНВАЗИВНОГО ВИДА
HARMONIA AXYRIDIS В ПОПУЛЯЦИЯХ Г. МИНСКА**

Актуальность. Азиатская божья коровка (*Harmonia axyridis*, Pallas, 1773 (Coleoptera: Coccinellidae)) является одним из самых распространенных представителей семейства Coccinellidae, который включен в перечень 100 опасных инвазивных видов Европы [1]. Данный вид был ввезен на территорию ряда регионов Европы и Америки для борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур, где стал вытеснять менее конкурентоспособные местные виды коровок, тем самым представляя потенциальную угрозу для биоразнообразия в экосистемах [2]. В связи с негативными последствиями экспансии азиатской божьей коровки актуальным становится изучение ее естественных врагов и поиск механизмов регулирования численности популяций. Естественными врагами азиатской божьей коровки выступают хищники, патогенные бактерии, нематоды, клещи, перепончатокрылые, двукрылые и грибы [3].

Целью данной работы стал анализ динамики уровня зараженности паразитоидами преимагинальных стадий *H. axyridis* в популяциях, населяющих декоративные насаждения г. Минска.

Материалы и методы. В качестве материала для проведения исследования были использованы предкуколки и куколки *H. axyridis*, собранные с кизила кроваво-красного, липы сердцелистной и алычи на следующих участках г. Минска: 1 – окрестности сквера «Погулянка»: ул. Лещинского, ул. Матусевича (05.07.2025; 07.09.2025; 24.09–25.09.2025); 2 – парк имени Павлова (08.07.2025); 3 – ул. Курчатова, д. 8 (02.07.2025; 19.09.2025); 4 – парк имени У. Чавеса (02.09.2025); 5 – ул. Жиновича, д. 25 (21.09.2025); 6 – ул. Буденного, д. 17; ул. Грицевца, д. 3 (07.09.2025). Листья с куколками и предкуколками помещались индивидуально в бюксы и содержались при комнатной температуре до отрождения имаго или появления паразитоидов. Погибших куколок, из которых не произошел выход паразитоидов или имаго, осматривали под бинокулярным микроскопом Carl Zeiss Stemi 2000 и вскрывали для установления причины гибели.

Результаты исследований. Согласно опубликованным ранее данным, в 2024 г. в осенних выборках из популяций *H. axyridis*, населяющих

декоративные насаждения г. Минска, на территории сквера «Погулянка», окрестностях ул. Жиновича и ул. Курчатова паразитоиды не были обнаружены [4]. В результате анализа данных, полученных нами в 2025 г., в четырех из шести модельных локалитетов, в т. ч. в двух из исследованных в предыдущем сезоне, было установлено паразитирование в куколках азиатской божьей коровки личинок мух-горбатов рода *Phalacrotophora* (Diptera: Phoridae) и в одной из выборок – наездника *Dinocampus coccinellae* (Hymenoptera: Braconidae) (таблица).

Таблица – Учет паразитоидов в популяциях *Harmonia axyridis* г. Минска

Локалитет	Объем выборки, экз.	Количество экз. / % отродившихся имаго	Количество экз. / % предкуколок и куколок, зараженных паразитоидами	Количество экз. / % куколок, погибших по неизвестным причинам
Сквер «Погулянка» (05.07.2025)	23	22 / 95,65	1 / 4,35*	0
Сквер «Погулянка» (07.09.2025)	64	60 / 93,75	2 / 3,13*	2 / 3,13
Сквер «Погулянка» (24.09–25.09.2025)	64	56 / 87,5	4 / 6,25*	4 / 6,25
Парк имени Павлова	18	15 / 83,33	2 / 11,11*	1 / 5,56
Ул. Курчатова (02.07.2025)	21	18 / 85,71	1 / 4,76*	2 / 9,52
Ул. Курчатова (19.09.2025)	130	120 / 92,31	3 / 2,30* 1 / 0,77**	6 / 4,62
Парк имени У. Чавеса	78	74 / 94,87	0	4 / 5,12
Ул. Буденного, ул. Грицевца	30	29 / 96,67	1 / 3,33*	0
Ул. Жиновича	81	79 / 97,53	0	2 / 2,47

Примечание – * – зараженные *Phalacrotophora* sp.; ** – зараженные *Dinocampus coccinellae*.

Доля куколок *H. axyridis*, зараженных *Phalacrotophora* sp., варьировалась от 2,3 % (ул. Курчатова, 19.09.2025) до 11,11 % (парк имени Павлова). Более высокое по сравнению с другими выборками значение уровня зараженности популяции из парка имени Павлова, по-видимому, связано с небольшим объемом исследованного материала. В окрестностях сквера «Погулянка» наблюдалась волнообразная динамика зараженности куколок азиатской божьей коровки с минимумом в начале сентября и максимумом в его конце. Среднее значение уровня зараженности составило 4,58 %. В популяции из окрестностей ул. Курчатова процент зараженных куколок снизился в сентябре по сравнению с июлем в два раза.

Интенсивность заражения во всех выборках была низкая: количество пупариев мух-форид, обнаруженных в бюксах с зараженными куколками, варьировало от 2 до 3. Доля куколок, погибших по неизвестным причинам, была относительно невысокой и колебалась от 2,47 до 9,52 %. Известно, что одним из факторов, определяющих смертность куколок *H. axyridis*, может быть хищничество. При отборе проб затруднительно обнаружить на покровах куколок повреждения, сделанные, например, хищными клопами, что увеличивает процент гибели.

Паразитирование *D. coccinellae* в единственной куколке *H. axyridis* было отмечено в популяции из окрестностей ул. Курчатова. Чаще всего личинки этого вида паразитируют на имаго божьих коровок, но иногда самки паразитоида откладывают яйца и внутрь личинок кокци-неллид, а завершение их развития происходит по достижении хозяином стадии имаго [3].

Заключение. Таким образом, в результате проведенных в 2025 г. исследований было установлено паразитирование личинок мух-форид *Phalacrotophora* sp. и *Dinocampus coccinellae* на куколках *H. axyridis* в отдельных популяциях, населяющих декоративные насаждения г. Минска. Отмечено возрастание зараженности форидами в двух модельных локалитетах по сравнению с 2024 г. и волнообразный характер сезонной динамики ее уровня. Необходимы дальнейшие исследования для оценки влияния паразитоидов на популяции инвазивной азиатской божьей коровки.

Список использованной литературы

1. More than “100 worst” alien species in Europe / W. Nentwig, S. Bacher, S. Kumschick [et al.] // Biological Invasions. – 2018. – № 20. – P. 1611–1621.
2. Brown, P. M. Native ladybird decline caused by the invasive harlequin ladybird *Harmonia axyridis*: evidence from a long-term field study / P. M. Brown, H. E. Roy // Insect Conservation and Diversity. – 2018. – Vol. 11. – P. 230–239.
3. Predators and parasitoids of the harlequin ladybird, *Harmonia axyridis*, in its native range and invaded areas / P. Ceryngier, O. Nedved, A. A. Grez [et al.] // Biological Invasions. – 2018. – Vol. 20. – P. 1009–1031.
4. Заяц, В. В. Анализ зараженности паразитоидами премагинальных стадий инвазивной азиатской коровки (*Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) (Coleoptera: Coccinellidae) в популяциях из города Минска / В. В. Заяц // Мониторинг и охрана окружающей среды : сб. материалов Респ. науч.-практ. конф. студентов, магистрантов, аспирантов, Брест, 24 марта 2025 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: А. С. Домась, Н. В. Шкуратова, М. В. Левковская. – Брест : БрГУ, 2025. – С. 27–30. – URL: <http://rep.brsu.by/handle/123456789/10456> (дата обращения: 26.02.2026).

К содержанию

УДК 577.13:631.1

М. О. КАЙДАЛОВА

Брест, Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси;

БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. Ю. Колбас, канд. биол. наук, доцент

СОДЕРЖАНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПЛОДОВ ЯБЛОНИ ДОМАШНЕЙ (*MALUS DOMESTICA*) СОРТОВ ДЖОНАГОЛД И СЯБРЫНА

Актуальность. *Malus domestica* – одна из наиболее адаптивных плодовых культур, используемых в сельском хозяйстве. Плоды яблони обладают высокой урожайностью, транспортабельностью и хорошей зимостойкостью, из-за чего данная культура получила широкое распространение. Также плоды яблони содержат вещества, оказывающие благоприятное воздействие на здоровье человека [1–3], одними из которых являются фенольные соединения (далее – ФС), обладающие способностью бороться с активными формами кислорода и азота, возникающими при воздействии различного рода стрессов и принимающими участие при возникновении ряда воспалительных заболеваний, поэтому для человека ФС являются профилактическим средством от многих болезней, таких как рак, диабет, ожирение, сердечно-сосудистые заболевания и др. [4]. Плоды яблони имеют средний уровень содержания антиоксидантов (после клюквы) по сравнению с такими фруктами, как лимон, земляника, персик, красный виноград и др. [5]. Содержание и состав ФС зависят от сорта, а в самих плодах распределяются неравномерно. Так, у *M. domestica* большее количество полифенолов находится в эндокарпии, меньшее – в мезокарпии [6].

Цель – оценка содержания ФС в плодах яблони домашней сортов Джонаголд и Сябрына.

Материалы и методы. Плоды яблок заготавливали в стадии потребительской зрелости. Плоды разделяли на кожуру и мякоть, удаляли семенную камеру (далее не использовали) и лиофилизировали. Порции остальных плодов по 100 г лиофилизировали и измельчали. Биологически активные вещества всех плодов экстрагировали 70 %-м этанолом (пропорция 1 г лиофилизированных плодов на 10 мл спирта) путем настаивания в течение 14 сут., без доступа света, при температуре 4 °С и перемешивании два раза в сутки. Экстракция выполнена в трехкратной повторности.

Для оценки общего содержания фенольных соединений применяли спектрофотометрический метод Фолина – Чокальтеу, флавонолов и фенолкарбоновых кислот (далее – ФКК) – метод, адаптированный под спектрофотометр.

Результаты исследований. Содержание веществ полифенольной природы в мякоти лиофилизированных плодов яблони домашней сорта Джонаголд составило $4,52 \pm 0,93$ мг галловой кислоты на 100 г сухого вещества – общее содержание фенольных соединений, ФКК – $2,38 \pm 0,09$ мг кофейной кислоты на 100 г, флавонолы составили $0,83 \pm 0,08$ мг кверцетина на 100 г (рисунок). В кожуре общее содержание фенольных соединений составило $9,50 \pm 0,47$ мг галловой кислоты на 100 г, ФКК – $5,16 \pm 0,5$ мг кофейной кислоты на 100 г, флавонолов – $4,39 \pm 0,48$ мг кверцетина на 100 г.

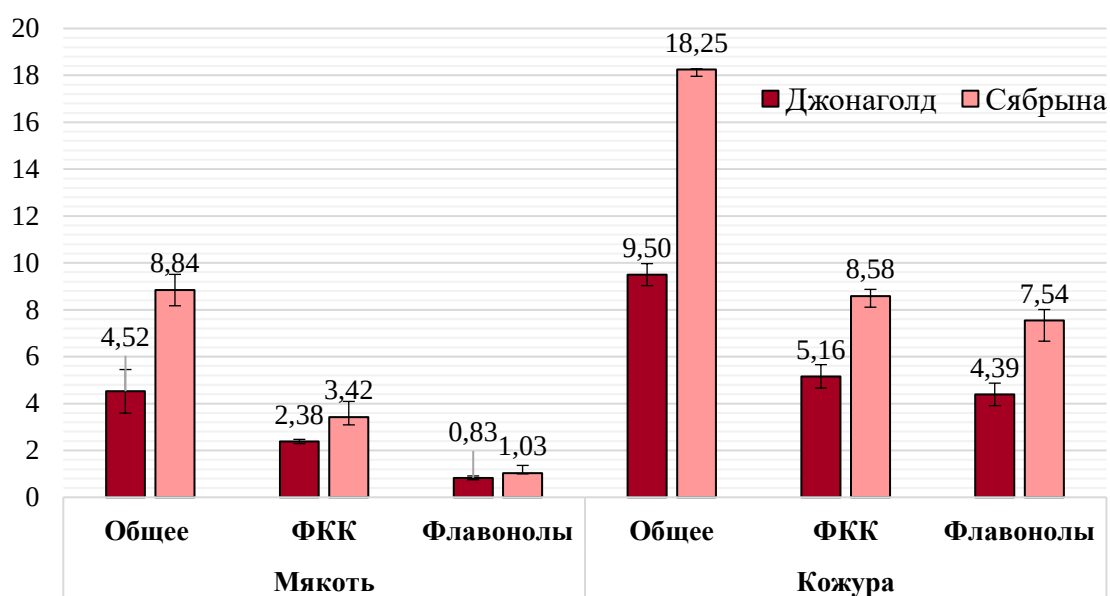


Рисунок – Содержание фенольных соединений в мякоти и кожуре плодов яблони домашней сортов Джонаголд и Сябрына

Что касается сорта Сябрына, то общее содержание фенольных соединений в мякоти составило $8,84 \pm 0,67$ мг галловой кислоты на 100 г сухого вещества, фенолкарбоновых кислот – $3,42 \pm 0,33$ мг кофейной кислоты на 100 г, а флавонолов – $1,03 \pm 0,03$ мг кверцетина на 100 г.

Было выявлено, что содержание всех фенольных соединений выше в кожуре, чем в мякоти. Сорт Сябрына отличается более высоким содержанием общих фенольных соединений, в т. ч. фенолкарбоновых кислот и флавонолов.

Общее содержание фенольных соединений в мякоти плодов сорта Сябрына было на 49 % выше, чем в сорте Джонаголд. Содержание флавонолов и ФКК было на 20–30 % выше.

В кожуре наблюдалось схожее соотношение: общее содержание фенольных соединений в сорте Сябрына выше на 48 %, чем в сорте Джонаголд, а ФКК и флавонолов – на 40 %.

Заключение. Таким образом, сорт Сябрына отличается большим содержанием веществ полифенольной природы, что может быть более эффективным для профилактики некоторых заболеваний.

Исследование выполнено в рамках проекта НИР «Антиоксидантная активность плодов различных сортов яблони домашней (Malus domestica), культивируемых в условиях юго-запада Беларуси».

Список использованной литературы

1. Дулов, М. И. Биохимический состав и производство яблок в странах мира / М. И. Дулов // Наукосфера. – 2022. – № 2–1. – С. 90–96.
2. Клименко, А. С. Адаптация технологических приемов возделывания интенсивных яблоневых садов применительно к условиям Центрального Черноземья / А. С. Клименко, Е. Н. Шподарева // Научные исследования XXI века. – 2022. – № 1 (15). – С. 90–95.
3. Левшаков, Л. В. Технологические приемы регулирования питательного режима яблони, возделываемой на серых лесных почвах Средней полосы / Л. В. Левшаков, Н. В. Волобуева, О. А. Смиренин // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 9. – С. 31–40.
4. Радюкина, Н. Л. Участие низкомолекулярных антиоксидантов в кросс-адаптации лекарственных растений к последовательному действию UV-B облучения и засоления / Н. Л. Радюкина, В. И. М. Тоайма, Н. Р. Зарипова // Физиология растений. – 2012. – Т. 59, № 1. – С. 80–88.
5. Колбас, Н. Ю. Плоды пищевого назначения как нутрицевтические источники фенольных соединений / Н. Ю. Колбас // Природнае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця : зб. навук. прац / НАН Беларусі, Палес. аграр.-экал. ін-т ; рэдкал.: М. В. Міхальчук (гал. рэд.) [і інш.]. – Брэст : Альтернатива, 2024. – Вып. 15. – С. 62–70.
6. Systematic review of phenolic compounds in apple fruits: compositions, distribution, absorption, metabolism, and processing stability / S. Feng, J. Yi, X. Li [et al.] // Journal of agricultural and food chemistry. – 2021. – Vol. 69, № 1. – P. 7–27.

К содержанию

УДК 638

Е. В. КАМИНСКАЯ

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

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

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОДЕРЖАНИЯ И РАЗВЕДЕНИЯ НАСЕКОМЫХ В ИНСЕКТАРИИ ГРОДНЕНСКОГО ЗООЛОГИЧЕСКОГО ПАРКА

Актуальность. Разведение насекомых еще совсем недавно осуществлялось или в чисто научных целях, или для биологической борьбы с вредителями сельского [1, с. 1] и лесного хозяйства. Однако в последнее

время все чаще разводят насекомых (в основном жуков и бабочек) в эстетических и коммерческих целях [2].

Первые сведения о содержании беспозвоночных животных в условиях Гродненского зоологического парка относятся к систематическим спискам 1993–1996 гг. [3]. В 2001 г. в коллекции зоопарка появляются первые виды из класса Insecta (Насекомые). Постоянная выставка беспозвоночных животных начала действовать с июля 2016 г. Пополнение коллекций паукообразных, насекомых и многоножек привело к созданию в 2025 г. самостоятельного павильона «Инсектарий» [4]. Отдельные павильоны для содержания насекомых и других беспозвоночных – большая редкость, они есть всего в четырех зоопарках Евразийской региональной ассоциации зоопарков и аквариумов (далее – ЕАРАЗА) [5]. Особый интерес представляет разведение экзотических насекомых в условиях инсектария, где посетители зоопарка могли бы наблюдать весь жизненный цикл насекомого (из яйца – в имаго). Наблюдения, проводимые в последние годы, показывают, что недостаточные знания особенностей биологических циклов, разведения, содержания и последующей продажи живых насекомых, могут привести к их гибели. Исследование экологических аспектов при содержании и разведении насекомых является актуальным.

Цель настоящей работы – определение видового состава и экологических аспектов содержания и разведения насекомых на базе инсектария Гродненского зоологического парка.

Материалы и методы. В основе работы лежат результаты исследования насекомых на базе инсектария Гродненского зоологического парка в 2024–2025 гг.

Результаты исследований. В ходе проведенных исследований на базе инсектария Гродненского зоологического парка установлено содержание 40 видов насекомых из 5 отрядов с преобладанием Blattoptera (24 вида, или 60 % от общего числа) (рисунок).

Преобладание тараканов (отряд Blattoptera) объясняется относительно неприхотливыми условиями содержания: наличие просторного контейнера с субстратом (кокосовый или опилки), укрытия (ячейки упаковки от яиц) и корма (овсяные хлопья, фрукты, овощи). Показано, что для содержания *Lucihormetica verrucosa* (Brunner von Wattenwyl, 1865) и *Panchlora nivea* (Linnaeus, 1758) необходимо поддерживать уровень влажности 70–80 %. Следует избегать плесени, что может быть причиной гибели колоний.

Из отряда Phasmoptera (Привиденьевые) отмечено 7 видов (17 %) палочников, для содержания и разведения которых нужно учитывать партеногенетическое размножение. Оптимальной является температура 20–25 °С и влажность 60–70 %. Необходимо ежедневное опрыскивание

так, чтобы на стенках инсектария оставались капельки воды, которую пьют палочники. Субстрат лучше использовать кокосовый, слоем 2–3 см. Важно помнить, что при испуге палочник способен отбрасывать конечности, которые восстанавливаются только через несколько линек.

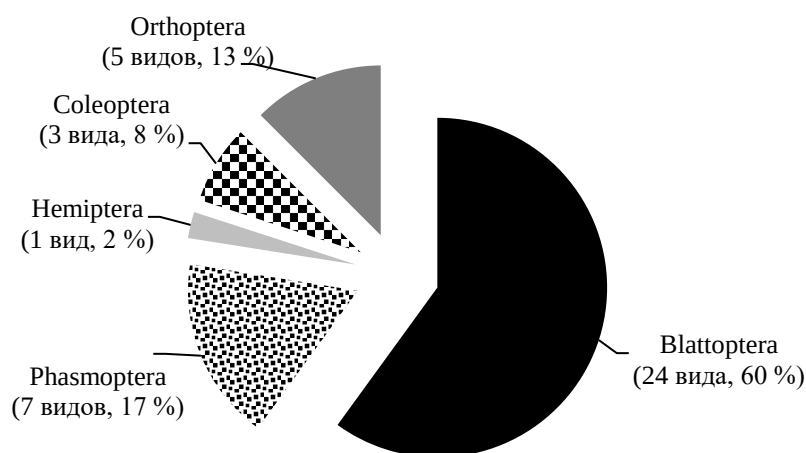


Рисунок – Видовой состав насекомых в инсектарии Гродненского зоологического парка

Отряд Orthoptera (Прямокрылые) (13 % от общего числа) представлен 3 видами сверчков, 1 видом перелетной саранчи и гигантским кузнечиком. Сложности возникают при содержании *Silicofera grandis* (Blanchard, 1853) (гигантский кузнечик), поскольку нужна хорошая вентиляция, влажность 70–80 % и светодиодный светильник. В природе самый крупный представитель вида предпочитает обитать в кронах деревьев, поэтому в инсектарии должны быть разнообразные ветки для имитации естественной среды обитания. Питаются только ночью. Кормом могут быть мелкие насекомые, кора малины, листья шиповника, дольки яблок.

Из отряда Coleoptera (Жесткокрылые) (8 % от общего числа) в условиях инсектария разводят 3 вида бронзовок (*Pachnoda trimaculata* Kraatz, 1885, *Pachnoda marginata* Drury, 1773 и *Smaragdethes africana* Drury, 1773). При содержании бронзовок важно учитывать температуру 25–30 °C и уровень влажности 70–75 %. Необходимо опрыскивание инсектария один раз в 2–3 дня. Световой день 12 часов, а слой субстрата должен быть около 15 см, что необходимо личинкам бронзовок для окукливания. Питаются жуки спелыми фруктами. Для содержания единственного представителя отряда Hemiptera (Полужесткокрылые) *Platyeris biguttatus* (Linnaeus, 1767) необходима влажность воздуха около 70 % и температура в пределах 20–25 °C. Яйца, отложенные самкой в субстрат, необходимо забирать, так как клопы склонны к каннибализму.

Заклучение. Ключевыми экологическими аспектами для разведения и содержания насекомых в условиях инсектария Гродненского зоологического парка определены следующие: температура, влажность, свет и качество субстрата. Исследование экологических аспектов содержания и разработка технологий разведения насекомых являются важными задачами для инсектариёв. Особенно это касается выращивания экзотических насекомых для выставочных экспозиций в условиях зоологических парков.

Список использованной литературы

1. Рак, Н. С. Зональная технология разведения семиточечной коровки (*Coccinella septempunctata* L.) для биологической защиты оранжерейных растений / Н. С. Рак, С. В. Литвинова // Journal of Agriculture and Environment. – 2023. – № 1 (29). – С. 1–5.
2. Разведение и содержание жуков // Жуки (Coleoptera) и колеоптерологи : [сайт]. – URL: <https://www.zin.ru/animalia/Coleoptera/rus/worldc.htm> (дата обращения: 01.12.2025).
3. О зоопарке // Гродненский зоопарк : [сайт]. – URL: http://www.grodnozoo.by/?page_id=2 (дата обращения: 01.12.2025).
4. Открылся инсектарий // Гродненский зоопарк : [сайт]. – URL: <http://www.grodnozoo.by/?p=15408> (дата обращения: 01.12.2025).
5. Гродненский областной комитет природных ресурсов и охраны окружающей среды : [сайт]. – URL: <https://ohranaprirody.gov.by/30-noyabrya-v-13-00-grodnenskiy-zoopark-otkryvaet-pavilon-insektarij/> (дата обращения: 12.01.2026).

К содержанию

УДК 574.51

К. І. КАСПЯРЧУК

Брэст, БрДУ імя А. С. Пушкіна

Навуковы кіраўнік – С. Э. Кароза, канд. біял. навук, дацэнт

РОЛЯ ФІТАПЛАНКТОНУ Ў ФАРМІРАВАННІ ТРАФІЧНАЙ СТРУКТУРЫ ВАДАЁМАЎ – АБ’ЕКТАЎ ІХТЫЯЛАГІЧНАГА МАНІТОРЫНГУ

Актуальнасць. Тэрыторыя Беларусі характарызуецца значнай шчыльнасцю насельніцтва і высокай канцэнтрацыяй прамысловых аб’ектаў, што абумоўлівае ўзмацненне антрапагеннага прэсінгу на натуральныя і штучныя вадаёмы [1]. У гэтых умовах асабліваю актуальнасць набывае біяманіторынг водных папуляцый, заснаваны на аналізе арганізмаў-індыкатараў, да ліку якіх адносяцца водарасці. Выяўленне іх відавога складу, структурных змен у папуляцыях і індыкатарнай значнасці дазваляе не толькі ацаніць ступень антрапагеннага ўздзеяння, але і вызначыць дапушчальныя межы забруджанасці для захавання ўстойлівасці водных экасістэм.

Мэта – выканаць параўнальную ацэнку экалагічнага стану двух водных аб’ектаў – малой ракі і буйнога вадаёма, якія знаходзяцца пад наглядам у межах маніторынгу іхтыяфаўны, шляхам аналізу відавочнага складу і сапробнай значнасці водарасцяў.

Матэрыялы і метады. Збор проб вады ажыццяўляўся падручнымі метадамі. Аб’ектамі даследавання выступалі два значныя вадаёмы: першы – канал Вінец, магістральны меліярацыйны канал у Пружанскім і Бярозаўскім раёнах Брэсцкай вобласці Беларусі, правы прыток р. Ясельды. Другі – вадасховішча Сялец, праз які праходзяць прытокі р. Ясельды [2].

Для атрымання найбольш аб’ёмных даных матэрыялы адбіраліся з лодкі. Праба вады ўключае ў сябе збор з асноўных слаёў вадаёма: з паверхні, з тоўшчы вады і з прыдоннага пласта. Такім чынам, проба з’яўляецца інтэграванай (змешанай). Матэрыялы адбіраліся ранняй восенню: у гэты час у вадаёмах усталёўваецца восеньскае актыўнае перамяшчэнне вады, што забяспечвае раўнамернае размеркаванне водарасцей па ўсёй тоўшчы і высокую эфектыўнасць даследавання разавай пробы.

Для ацэнкі ступені забруджанасці вадаёма найбольш шырока ўжываецца метада Пантле – Бука ў мадыфікацыі Сладзечыка (1967). У аснове метаду ляжыць здольнасць арганізмаў выжываць ва ўмовах арганічнай забруджанасці асяроддзя, званая сапробнасцю. Для шэрага відаў водарасцяў, а таксама заапланктонных арганізмаў устаноўлены сапробныя значэнні. Ступень сапробнасці вадаёма характарызуецца індэксам сапробнасці, які разлічваецца па формуле

$$S = \frac{\sum s_i h_i}{\sum h_i},$$

дзе S – індэкс сапробнасці; s_i – індыкатарная значнасць віду – паказчыка сапробнасці; h_i – адносная частата сустракаемасці віду-індыкатара (табліца 1) [3; 4].

Табліца 1 – Адносная частата сустракаемасці віду-індыкатара

Лікавае выражэнне h_i	Характарыстыка	Інтэрвал канцэнтрацый	Візуальная ацэнка
1	Адзіночна	1–10 тыс. кл./л	1–5 экз. у прэпараце
2	Рэдка	10–100 тыс. кл./л	10–15 экз. у прэпараце
3	Нярэдка	100 тыс. – 1 млн кл./л	25–30 экз. у прэпараце
4	Часта	1–10 млн кл./л	1 экз. у кожным радзе
5	Вельмі часта	10–100 млн кл./л	Некалькі экз. у кожным радзе
6	Маса	Больш за 100 млн кл./л	Некалькі экз. у кожным полі зроку

Вынікі даследавання. Атрыманыя даныя па даследаванні відавога складу, частаты сустракаемасці і індикатарнай значнасці фітапланктону меліярацыйнага канала Вінец дазволілі вылічыць індэкс сапробнасці (табліца 2).

Табліца 2 – Індикатарная значнасць і адносная частата сустракаемасці відаў – індикатараў канала Вінец

Від	Лікавае выражэнне h_i	Індикатарная значнасць S_i	$s_i h_i$
<i>Nitzschia sigmoidea</i>	2	1,5	3
<i>Spirogyra porticalis</i>	2	1,5	3
<i>Navicula cryptocephala</i>	3	2,7	8,1
<i>Synedra ulna</i>	2	1,95	3,9
<i>Zygnema sp.</i>	5	1	5
<i>Microcystis aeruginosa</i>	4	1,75	7
<i>Ulothrix zonata</i>	2	1,1	2,2

Атрыманы індэкс сапробнасці склаў 1,68, што адпавядае III класу якасці вод (умерана забруджаныя) і дазваляе характарызаваць вадаём як β -мезасапробны, блізкі да алігасапробнага (чыстага). Вызначэнне індэкса сапробнасці вадасховішча Сялец адбывалася такім жа шляхам (табліца 3).

Табліца 3 – Індикатарная значнасць і адносная частата сустракаемасці відаў – індикатараў вадасховішча Сялец

Від	Лікавае выражэнне h_i	Індикатарная значнасць S_i	$s_i h_i$
<i>Chlorella vulgaris</i>	3	3,6	10,8
<i>Euglena viridis</i>	4	4,5	18
<i>Oscillatoria tenuis</i>	5	2,85	14,25
<i>Asterionella formosa</i>	5	1,6	8
<i>Cladophora glomerata</i>	2	1,65	3,3
<i>Scenedesmus communis</i>	2	2,0	4
<i>Melosira arenaria</i>	3	0,2	0,6

Вылічаны індэкс сапробнасці склаў 2,456, што адпавядае класу ўмерана забруджаных вод. Аднак відавы склад гідрабіёнтаў паказвае на пераходны стан экасістэмы да α -мезасапробнай зоны, якая характарызуецца больш высокім узроўнем арганічнай забруджанасці.

Заклучэнне. Наяўнасць лічынак падзёнкі разам з цыклопамі пацвярджае збалансаванасць экасістэмы канала Вінец і яго актыўныя працэсы самаачышчэння. Высокае багацце эўглены зялёнай і асцыляторыі (індикатараў забруджанасці) у пробах вадасховішча Сялец сведчыць аб парушэнні экалагічнай раўнавагі, што не можа застацца без увагі.

Применение метадаў альгаіндыкацыі дазволіла проста і дакладна ацаніць якасць вады ў абодвух вадаёмах.

Спіс выкарыстанай літаратуры

1. Унифицированные методы исследования качества вод / под ред. Ю. Ю. Лурье. – М. : б. и., 1977. – 228 с.
2. Видовая структура сообществ рыб различных водоемов // Библиофонд : [электрон. б-ка]. – URL: <https://bibliofond.ru/> (дата обращения: 20.02.2026).
3. Оценка экологического состояния рыбоводных прудов по фитопланктону / И. И. Грициняк, Т. В. Григоренко, А. Н. Базаева, Н. П. Чужма // Рибогосподарська наука України. – 2014. – № 3. – С. 38–44.
4. Баринава, С. С. Атлас водорослей – индикаторов сапробности (российский Дальний Восток) / С. С. Баринава, Л. А. Медведева. – Владивосток : Дальнаука, 1996. – 364 с.

К содержанию

УДК 373.51

П. Р. КАШЛЕЙ

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

Научный руководитель – Е. А. Белова, старший преподаватель

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КРУЖКА «СРЕДЫ ЖИЗНИ»: ОТ ПЛАНИРОВАНИЯ К РЕАЛИЗАЦИИ

Актуальность. Современное образование активно интегрирует цифровые технологии в учебный процесс. Доступные электронные инструменты открывают новые возможности для создания методических ресурсов, позволяя педагогу эффективно организовывать занятия в разнообразных форматах [3, с. 194].

Цель исследования – представить модель проектирования внеурочного экологического кружка и доказать эффективность использования интерактивных форм работы для реализации его содержательных линий.

Материалы и методы. Теоретико-методологическую основу разработки содержания кружка составили классические дидактические принципы, адаптированные к специфике создания электронных учебных пособий. В частности, применялись: принцип научности изложения, который потребовал особого внимания к точности терминологии и связи с фундаментальными науками (например, при изучении круговорота углерода важно рассмотреть биогеохимические процессы фотосинтеза, дыхания и разложения, тесно связанные с курсами биологии, химии и географии); принцип системности, реализованный через логическое

следование тем, когда каждый раздел вытекает из предыдущего, а гиперссылки между темами позволяют формировать целостное восприятие предмета; принцип доступности, обеспечивающийся наличием интерактивных тестов, вопросов для самоконтроля и адаптивных упражнений разного уровня сложности; принцип наглядности, достигаемый использованием инфографики, диаграмм, картографических схем и анимаций; принцип учета межпредметных связей, когда сложные экологические концепции иллюстрируются через законы гидродинамики, химии и почвоведения [3, с. 3–4].

Методика создания курса включала разработку тематического планирования, определение типов и форм занятий, а также структурирование учебного материала на блоки: теоретический, внутреннего контроля, самообразования и внешнего контроля [3, с. 2].

Результаты исследований. Программа кружка «Среды жизни» (72 часа, 2 часа в неделю) построена на изучении четырех основных сред жизни живых организмов: водной, наземно-воздушной, почвенной и другой организм. Логика курса позволяет двигаться от частного к общему – от физико-химических свойств сред к биогеохимическим циклам и единству биосферы. Распределение часов учитывает проведение полевых занятий в теплое время года, поэтому разделы «Гидросфера» и «Литосфера» вынесены в начало. Распределение учебных часов по разделам представлено в таблице.

Таблица – Структура и распределение часов курса «Среды жизни»

Раздел курса	Количество часов	Соотношение теории и практики
Введение в экологию	6	Преимущественно теория
Гидросфера – вода как среда жизни	18	Сбалансировано (лекции, лабораторные, экскурсии, акции)
Атмосфера и охрана атмосферного воздуха	14	Сбалансировано
Литосфера и почвенная среда жизни	14	Сбалансировано
Биосфера – единство живого и неживого	12	Сбалансировано
Итоговая проектная деятельность	8	Полностью практика
Итого	72	

Наибольший объем (18 часов) отведен разделу «Гидросфера», что обусловлено максимальными возможностями для организации практической деятельности (отбор проб воды, работа с микроскопом, биоиндикация и природоохранная акция).

Чередование типов занятий можно проследить на примере изучения раздела «Гидросфера»: лекция сменяется ГИС-анализом, затем лабораторным

определением свойств воды, интерактивной подготовкой плакатов, экскурсией и итоговым занятием с контролем знаний. Педагогический эффект такой ротации заключается в удержании внимания и снижении утомляемости за счет смены активности, а также в формировании метапредметных компетенций: работы в группе, наблюдения, анализа данных и презентации результатов.

Практико-ориентированный компонент. Важной характеристикой курса является направленность на реальную исследовательскую деятельность. В программу включены экскурсии, лабораторные работы и игровые формы, что позволяет не ограничиваться трансляцией теории, а погружать школьников в деятельность, приближенную к научно-исследовательской и природоохранной работе.

Проектная деятельность как итог. Завершающий элемент курса – итоговая проектная деятельность (8 часов). Учащимся предоставляется ряд тем, связанных с личным экологическим следом и другими направлениями, по которым они проводят мини-исследование и защищают проект. Такой подход обеспечивает не просто накопление знаний, а формирование активной экологической позиции и понимание личной причастности к решению экологических проблем.

Заключение. Представленная модель содержания экологического кружка обладает признаками методической завершенности: разработана целостная 72-часовая программа, определено соотношение теории и практики, создана система чередования различных типов занятий, обеспечено включение реальных лабораторных и полевых работ, а также проектного компонента. Курс «Среды жизни» может служить готовым конструктором для учителей биологии, организующими кружковую работу, позволяя наполнять содержанием имеющиеся цифровые инструменты.

Список использованной литературы

1. Бартошик, Т. А. Электронный ресурс по учебному предмету «Биология» (Класс Пресмыкающиеся) как образовательный ресурс в области информатизации образования / Т. А. Бартошик, А. В. Хандогий // Современные проблемы естествознания в науке и образовательном процессе : сб. ст. Респуб. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Минск, 19 нояб. 2019 г. / редкол.: А. В. Деревинский [и др.]. – Мн. : БГПУ, 2019. – С. 169–171.

2. Красильникова, В. А. Разработка и использование электронного пособия для организации учебной деятельности студентов / В. А. Красильникова, Т. Н. Шалкина // Современные информационные технологии в науке, образовании и практике : материалы Всерос. науч.-практ. конф., Оренбург, 1 янв. – 31 дек. 2004 г. – Оренбург : ИПК ОГУ, 2004. – С. 210–216.

3. Патент RU 2003610350 (2003). Контрольно-обучающая программа – электронный гиперссылочный учебник «Базы данных» / Шалкина Т. Н., Красильникова В. А., Веденеев П. В. – 232 с.

К содержанию

УДК 37.091.2:57

К. А. КИСЕЛЬ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – М. В. Левковская, старший преподаватель

ИЗУЧЕНИЕ ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ РАСТЕНИЙ ЛУГА В ХОДЕ УЧЕБНОЙ ЭКСКУРСИИ

Актуальность. Биологические экскурсии являются эффективной формой организации учебного процесса при изучении ботаники, зоологии, общей биологии [2]. Особенностью экскурсий является возможность активного познания живых объектов, входящих в природные сообщества. Знания об объектах живой природы, полученные на уроках, расширяются и углубляются во время экскурсии [5, с. 223].

Целью исследования является разработка учебной экскурсии для изучения видового разнообразия растительного сообщества на примере луга для учащихся учреждений общего среднего образования.

Материалы и методы. Проведен анализ учебных программ по учебному предмету «Биология», литературных источников. В течение вегетационного сезона 2025 г. осуществляли флористические исследования видового разнообразия растительного сообщества на примере луга по существующему маршруту экологической тропы в окрестностях Брестской крепости, также использовали гербарные сборы.

Результаты исследований. Согласно учебной программе по учебному предмету «Биология» для 6–9 классов учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования с русским языком обучения и воспитания, для учащихся 7-х классов запланированы экскурсии по темам «Многообразие лишайников», «Многообразие растений леса (парка, луга, водоема)» [6].

В структуре работы над организацией и проведением учебной экскурсии можно выделить следующие этапы: подготовительный, проведение экскурсии, подведение итогов. В ходе первого этапа учитель определяет тему, задачи, намечает место и маршрут проведения экскурсии, разрабатывает содержание, методы, задания и форму отчетности для обучающихся и др. [3, с. 244].

При разработке экскурсии в ходе полевых флористических исследований в составе модельного лугового фитоценоза было зарегистрировано 33 вида покрытосеменных растений, относящихся к 28 родам 14 семейств классов двудольных и однодольных. Наиболее многочисленно в растительном сообществе представлены семейства сложноцветных (10 видов),

бобовых (4 вида), злаков (4 вида), розоцветных (3 вида), губоцветных, гвоздичных, подорожниковых (2 вида) и др.

На этапе проведения экскурсии в ходе вводной беседы необходимо отметить виды лугов (пойменные, внепойменные), их значение.

При обзоре фитоценоза выделяют наиболее характерные растения из перечня, определяющие тип ценоза и играющие в его биологии существенную роль [4, с. 8]. Перечисляют следующие агроботанические группы луговых растений: злаки, осоки, бобовые, разнотравье, называя типичные и распространенные виды. В составе выбранного луга к злакам относятся мятлик луговой (*Poa pratensis* L.), ежа сборная (*Dactylis glomerata* L.), тимофеевка луговая (*Phleum pratense* L.); к бобовым – клевер луговой (*Trifolium pratense* L.), клевер ползучий (*Trifolium repens* L.), клевер пашенный (*Trifolium arvense* L.), люцерна хмелевидная (*Medicago lupulina* L.); осоки отсутствуют. Разнотравье представлено видами семейства сложноцветных – одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Wigg. s. l.), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L. s. str.), цикорий обыкновенный (*Cichorium intybus* L.), василек луговой (*Centaurea jacea* L.), ястребиночка волосистая (*Hieracium pilosella* L.), кульбаба осенняя (*Leontodon autumnalis* L.), полынь горькая (*Artemisia absinthium* L.), бодяк полевой (*Cirsium arvense* (L.) Scop.) и др.; розоцветных – лапчатки (р. *Potentilla* L.); подорожниковых – подорожники (р. *Plantago* L.); лютиковых – лютик едкий (*Ranunculus acris* L.); гречиховых – щавель малый (*Rumex acetosella* L.); мареновых – подмаренник белый (*Galium album* Mill.) и др. При этом обращают внимание на вертикальную структуру лугового сообщества, отмечая, что присутствуют растения разной высоты. Например, верхний (первый ярус) представлен светолюбивыми растениями с высокими стеблями – тимофеевка луговая, василек луговой, тысячелистник обыкновенный, бодяк полевой, цикорий обыкновенный. При проведении экологического анализа установлено, что по отношению к влаге и свету в луговом растительном сообществе преобладают светолюбивые растения (81,81 %), умеренно требовательные к влажности почвы (60,6 %).

При изучении видового разнообразия полезно информировать обучающихся о хозяйственном значении модельных растений [4]. Например, к дикорастущим хозяйственно полезным растениям, лекарственное сырье которых разрешено Государственной фармакопеей Республики Беларусь согласно сведениям, приведенным в Государственном кадастре растительного мира Республики Беларусь, относятся тысячелистник обыкновенный, полынь горькая, лапчатка прямостоячая, одуванчик лекарственный [1].

Кормовыми растениями являются мятлик луговой, ежа сборная, тимофеевка луговая, подорожник ланцетовидный, клевер ползучий,

одуванчик лекарственный и др. К ядовитым растениям относятся лютик едкий, погребок малый [7].

Пищевое значение имеют одуванчик лекарственный, цикорий обыкновенный, щавель малый. В качестве декоративных растений можно использовать следующие виды: дрема белая, ястребиночка волосистая, пупавка русская, короставник полевой и др.

Индивидуальные и групповые задания для обучающихся могут быть разными: 1) выделить ярусы и их состав; 2) распределить растения по известным семействам с учетом морфологических диагностических признаков вегетативных и генеративных органов; 3) обнаружить признаки засухоустойчивости и ксероморфности (опушение, суккулентность и т. д.).

Подведение итогов осуществляется на месте проведения экскурсии, но обучающиеся после этого готовят отчет и наглядный материал [3].

Заключение. Экскурсия по изучению видового разнообразия растительного сообщества является завершающим этапом закрепления теоретических знаний по теме «Многообразие покрытосеменных растений» в природных условиях.

Список использованной литературы

1. Государственный кадастр растительного мира Республики Беларусь. Основы кадастра. Первичное обследование 2002–2017 гг. / О. М. Масловский, А. В. Левкович, И. П. Сысой [и др.] ; науч. ред. А. В. Пугачевский. – Мн. : Бел. навука, 2019. – 599 с.
2. Деревинская, А. А. Развитие коммуникативных и творческих способностей учащихся на биологических экскурсиях / А. А. Деревинская, Е. В. Жудрик // Весці Беларускага дзяржаўнага педагагічнага ўніверсітэта імя Максіма Танка. Серыя 1, Педагогіка. Псіхалогія. Філалогія. – 2016. – № 3. – С. 40–45.
3. Методика преподавания биологии : учеб. для студентов высш. учеб. заведений / М. А. Якунчев, О. Н. Волкова, О. Н. Аксенова [и др.] ; под ред. М. А. Якунчева. – М. : Академия, 2008. – 320 с.
4. Полянский, И. И. Ботанические экскурсии : пособие для учителей / И. И. Полянский ; под ред. П. И. Боровицкого. – 3-е изд., испр. и доп. – М. : Просвещение, 1968. – 243 с.
5. Пономарева, И. Н. Общая методика обучения биологии : учеб. пособие для студентов пед. вузов / И. Н. Пономарева, В. П. Соломин, Г. Д. Сидельникова ; под ред. И. Н. Пономаревой. – 3-е изд., стер. – М. : Академия, 2008. – 280 с.
6. Учебная программа по учебному предмету «Биология» для VI–IX классов учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования, с русским языком обучения и воспитания : утв. постановлением М-ва образования Респ. Беларусь от 29 июля 2025 г. № 132. – URL: <https://www.adu.by/images/2025/08/12/Biologiya-6-9.pdf> (дата обращения: 21.02.2026).
7. Федорук, А. Т. Ботаническая география. Полевая практика / А. Т. Федорук. – Мн. : БГУ, 1976. – 224 с.

К содержанию

УДК 528.88:631.4

Д. А. КИСЛИЦЫН

Минск, БГУ

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

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ИНДЕКСОВ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ УЧАСТКОВ ДЕГРАДАЦИИ ТОРФЯНО-БОЛОТНЫХ ПОЧВ

Актуальность. Тематическая обработка данных дистанционного зондирования активно используется не только для картографирования земельного покрытия, но и для выявления основных видов деградации земель, в т. ч. минерализации торфяно-болотных почв. В результате частичной или полной сработки торфяного горизонта образуются деградированные торфяные почвы, характеризующиеся содержанием органического вещества менее 50 % [1, с. 63]. Для определения зольности торфяно-болотных почв, не покрытых растительностью, могут использоваться космические снимки Ikonos путем анализа значений спектральной яркости в красном канале [2, с. 86]. Анализ динамики спектральных индексов может использоваться для оценки изменения уровня вегетации, что особенно эффективно для определения участков деградации торфяно-болотных почв, покрытых растительностью.

Цель – разработка методики по идентификации участков деградации торфяно-болотных почв на основе геоинформационного анализа динамики спектральных индексов.

Материалы и методы. Исследуемая территория расположена на северо-востоке Новогрудского района Гродненской области и выделяется наибольшей концентрацией торфяно-болотных почв в пределах Новогрудской возвышенности и ее окрестностей. Пространственная информация о земельном покрытии, в т. ч. о сельскохозяйственных землях на гидроморфных почвах, получена на основе автоматизированного дешифрирования космического снимка Landsat-8 за май 2019 г. в среде ArcGIS 10.7. В пределах сельскохозяйственных земель Новогрудского района гидроморфные почвы расположены преимущественно среди лугов, поэтому для определения участков деградации торфяно-болотных почв следует использовать спектральные индексы, а не только прямые дешифровочные признаки.

Минимальные значения вегетационного индекса NDVI были рассчитаны в ArcGIS 10.7 на основе космических снимков Sentinel-2 за 11.05.2021, 01.05.2023, 28.09.2023, а для определения динамики данного индекса отдельно выполнены расчеты по снимкам Sentinel-2 за 07.05.2018

и 17.04.2019. Для деградаторфяных почв минимальные значения индекса NDVI за вегетационный период в 2021–2023 гг. не превышали 0,32, а разница данного показателя (dNDVI), по сравнению со значениями за 2018–2019 гг., составила менее –0,05, что позволяет выявить участки со снижением уровня вегетации. Далее происходит извлечение указанных значений из индексных изображений, а затем выполняется пересечение полученных растровых слоев в пределах сельскохозяйственных земель.

Часть контуров деградаторфяных почв характеризуется уменьшением индекса NDVI с мая по июль (при использовании снимков Sentinel-2 за 01.05.2023 и 05.07.2023 dNDVI составляет менее –0,05) и снижением уровня вегетации в мае при сравнении индекса NDVI за 2018 и 2023 гг. (разница за 5-летний период не превышает –0,06). Затем выполняется пересечение данных индексных критериев с растровым слоем сельскохозяйственных земель на гидроморфных почвах, расположение которых определено на основе контролируемой классификации космического снимка Landsat-8 за 2019 г. На следующем этапе растровые слои, которые содержат информацию о двух группах индексных критериев, указанных ранее, конвертируются в векторный формат, и затем для них выполняется объединение.

Результаты исследований. Основная часть контуров деградаторфяных почв характеризуется снижением минимальных значений индекса NDVI за несколько лет и его низкими показателями за периоды вегетации в 2021–2023 гг., а ряд ареалов деградации торфяников можно идентифицировать по уменьшению индекса NDVI не только за 5-летний период (при анализе космических снимков в начале мая), но и с мая по июль 2023 г. Следует отметить, что снижение уровня вегетации для контуров торфяно-болотных почв, занятых луговой растительностью, может быть связано не только с уменьшением мощности торфяного горизонта, но и с повышением уровня грунтовых вод. На основе космического снимка Sentinel-2 за 01.05.2023 были рассчитаны значения модифицированного нормализованного разностного водного индекса (MNDWI), которые для деградаторфяных почв составляют менее –0,10. Для участков луговых земель на торфяно-болотных почвах, не покрытых растительностью, значения спектрального индекса VARI составляют менее –0,09, поэтому данные контуры не относятся к деградаторфяным почвам. Затем в полученном векторном слое, содержащем основные контуры деградаторфяных почв, были выбраны участки с площадью более 0,2 га, а также проведена их геометрическая генерализация.

В результате применения представленной методики определена общая площадь деградаторфяных почв на луговых землях в северо-восточной части Новогрудского района, которая составляет 467,5 га. Следует отметить, что ареалы деградации торфяно-болотных почв

занимают около 15,5 % от площади гидроморфных почв сельскохозяйственных земель исследуемой территории (рисунок).

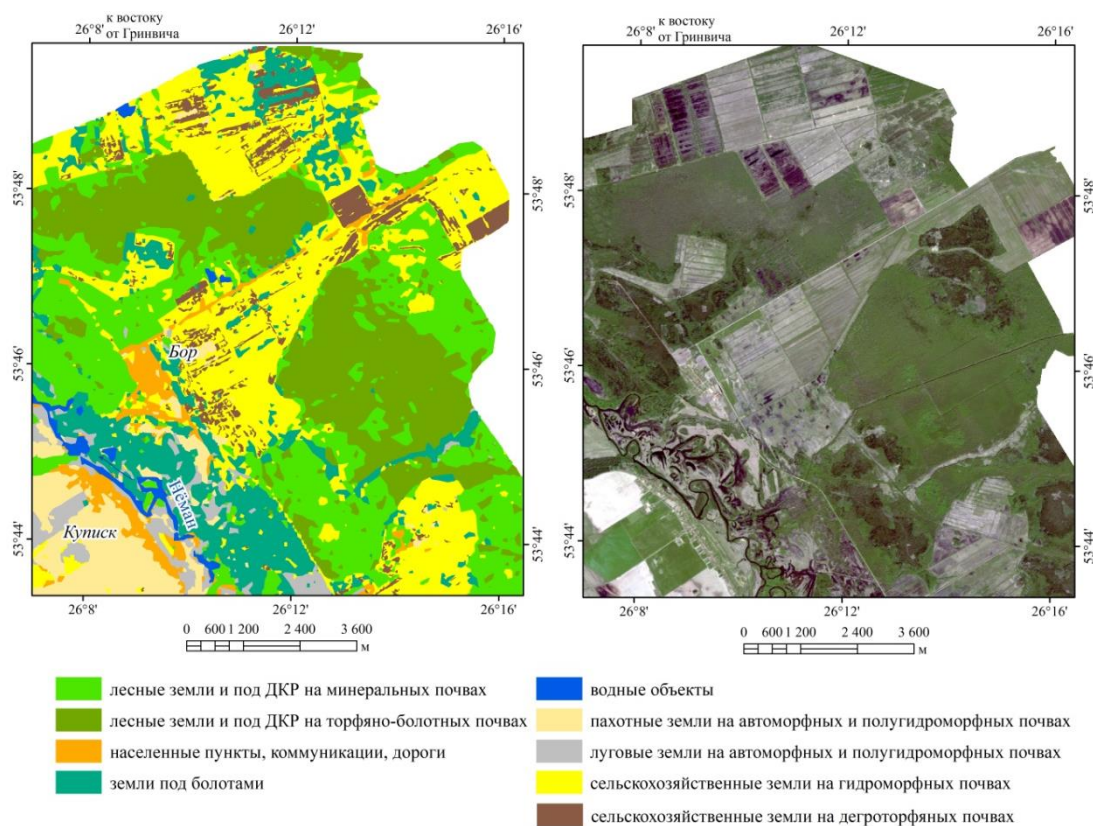


Рисунок – Результат идентификации сельскохозяйственных земель на деградированных почвах для северо-восточной части Новогрудского района и сопоставление с фрагментом снимка Sentinel-2 (01.05.2023)

Заключение. Степень достоверности информации о расположении сельскохозяйственных земель на гидроморфных почвах оказывает влияние на уровень точности при использовании данной методики. Для выявления ареалов деградированных почв среди луговых земель проанализирована динамика значений спектрального индекса NDVI за несколько лет (в т. ч. минимальных за вегетационный период) и с мая по июль 2023 г., а для повышения точности также использованы индексы MNDWI и VARI.

Список использованной литературы

1. Цытрон, Г. С. Антропогенно-преобразованные почвы Беларуси / Г. С. Цытрон. – Мн., 2004. – 124 с.
2. Ничипорович, З. А. Возможности картирования торфяных почв Полесья на основе программных средств по спектрально-спутниковым данным высокого разрешения Ikonos / З. А. Ничипорович, В. С. Микуцкий // Природнае асяроддзе Полесья: асаблівасці і перспектывы развіцця : зб. навук. прац. – Брэст : Альтэрнатыва, 2018. – Вып. 11. – С. 85–87.

[К содержанию](#)

УДК 633.358:581.1

А. М. КОРОЛЮК

Брест, средняя школа № 26 г. Бреста

Научный руководитель – И. А. Лукашевич, учитель биологии

ВЫРАЩИВАНИЕ МИКРОЗЕЛЕНИ НА РАЗЛИЧНЫХ СУБСТРАТАХ НА ПРИМЕРЕ ГОРОХА СОРТА МАДРАС

Актуальность исследования. Выращивание микрозелени в домашних условиях – это возможность всегда иметь под рукой ценный источник витаминов и микроэлементов. Но, чтобы эффективно выращивать микрозелень, нужно знать, в каком грунте она лучше растет, дает максимальную урожайность и требует минимальных трудозатрат [1; 2]. Микрозелень – это нежная, молодая зелень, которая собирается на стадии прорастания растений. Она обладает рядом преимуществ по сравнению с обычной зеленью. Зачастую микрозелень содержит больше питательных веществ, витаминов и минералов, чем зрелые растения. Ростки микрозелени богаты антиоксидантами и другими полезными веществами. Например, содержание витамина С в микрозелени достигает до 100 % от рекомендованной суточной нормы, в то время как его содержание в рукколе или салате не превышает 17 %. Следует также отметить высокую концентрацию витамина К, которая составляет 85 % рекомендованной суточной нормы. При этом в такой популярной зелени, как укроп, этот витамин отсутствует. Не менее важны высокие показатели витаминов группы В. Содержание В1, В2 и В4 в микрозелени в два раза превышает показатели этих витаминов в укропе [3; 4].

Цель – определить наиболее подходящий грунт для выращивания микрозелени в домашних условиях, всхожесть и высоту проростка в зависимости от типа грунта.

Материалы и методы. Методы исследования – эксперимент, наблюдение, сравнительный анализ, обобщение, анализ литературных источников.

Изучив научную литературу, мы определили, что для выращивания микрозелени гороха сорта Мадрас используются разные грунты, такие как почвенный грунт, торфяной субстрат, кокосовый субстрат, льняные коврики.

Почвенный субстрат – один из самых легкодоступных субстратов для выращивания микрозелени, который обладает рядом преимуществ: хорошая гигроскопичность, доступность, насыщенный микроэлементный состав. Однако имеется и ряд недостатков: при срезании микрозелени на корнях остается грязь, тяжесть (лотки с влажной почвой достаточно тяжелые), в почве могут завестись грибные комарики (сциариды) или плесень.

Кокосовый субстрат – это один из самых популярных субстратов для проращивания микрозелени, трав и других растений. Кокосовый субстрат изготавливают из спрессованного кокосового волокна. Этот органический материал богат минеральными веществами и обладает рядом преимуществ: благодаря пористой текстуре, помогает избежать переувлажнения; подавляет возникновение и рост болезнетворных бактерий в течение всего периода вегетации; за счет повышенной абсорбции отлично впитывает и удерживает влагу; легко утилизируется, экологичен и безопасен.

Торфяной субстрат обладает оптимальной воздухопроницаемостью, влагоемкостью и низкой плотностью (семенам легко проклюнуться). В торфяном субстрате, который добывают с верхних слоев болот, практически нет возбудителей болезней, плесени, грибов. Кроме того, торфяной субстрат характеризуется низкой кислотностью среды, легкостью и отсутствием грязи на микрозелени при срезании.

Льняной субстрат – натуральная среда, которая обладает превосходной влагоудерживающей способностью, характеризуется удобством работы, однако склонна к закисанию и обладает высокой стоимостью. Мы посадили по 200 семян гороха сорта Мадрас в пластиковые контейнеры с универсальным почвенным грунтом, торфяным, льняным и кокосовым субстратами. Прочие условия, помимо разных субстратов, были идентичны [5–7].

Результаты исследований. Анализ биометрических показателей проростков гороха выявил различия в высоте проростков в зависимости от типа используемого грунта (рисунок).

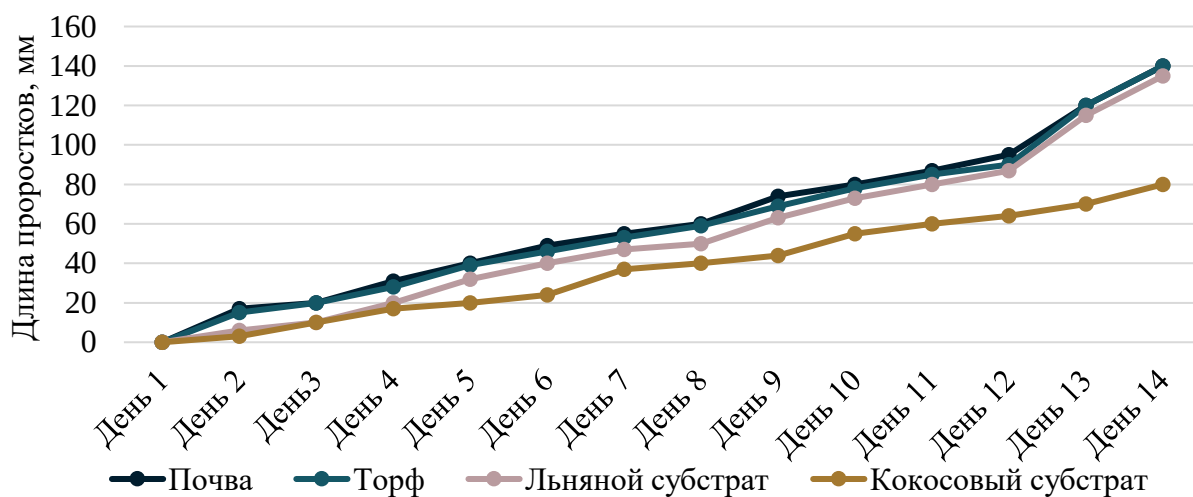


Рисунок – Биометрические показатели проростков гороха в зависимости от типа грунта (мм)

В почвенном и торфяном субстратах уже на самых ранних этапах развития формировались более высокие растения в сравнении с льняным и кокосовым субстратами. При этом начиная с 12-го дня эта разница значительно уменьшалась в условиях льняного субстрата. В то же время растения, произрастающие в кокосовом субстрате, начиная с 5-го дня опыта начали сильно отставать в росте даже от растений в льняном субстрате. Таким образом, в конце опыта, на 14-й день, разница между высотой растений в кокосовом и льняном субстратах составила 40,7 %, тогда как между льняным и почвенными субстратами зарегистрированная разница была всего 3,6 %.

При этом также отмечается, что всхожесть семян была высокая (95–100 %) во всех субстратах, кроме льняного (85 %), что, вероятно, обусловлено более кислой реакцией субстрата.

Заключение. В результате проведенной работы было установлено, что наиболее оптимальные субстраты для выращивания микрозелени гороха – почва и торфяной субстрат (высокая всхожесть и наиболее высокие проростки), что, по-видимому, обусловлено оптимальным содержанием питательных веществ, а также хорошей гигроскопичностью и аэрацией субстратов.

Список использованной литературы

1. Poudel, P. Organic waste compost and spent mushroom compost as potential growing media components for the sustainable production of microgreens / P. Poudel, A. E. K. Duenas, F. Di Gioia // *Frontiers in Plant Science*. – 2023. – Vol. 14. – DOI: 10.3389/fpls.2023.1229157.
2. Вигмор, А. Живое питание / А. Вигмор. – СПб. : Весь, 2002. – 208 с.
3. Дудченко, Л. Г. Пряно-ароматические и пряно-вкусовые растения : справочник / Л. Г. Дудченко, А. С. Козьяков, В. В. Кривенко. – Киев : Наук. думка, 1989. – 304 с.
4. Сергеева, Г. К. Жизненная сила проростков растений для вашего здоровья / Г. К. Сергеева. – Ростов н/Д : Феникс, 2016. – 95 с.
5. Федорченко, Алла. Микрозелень: состав, польза и вред / Алла Федорченко // TutKnow.ru : информ. сайт. – URL: <https://tutknow.ru/meal/16630-mikrozelen-sostav-polza-i-vred> (дата обращения: 16.02.2026).
6. Польза микрозелени. Какую выбрать для выращивания в домашних условиях? // FertilizerDaily : [сайт]. – URL: <https://www.fertilizerdaily.ru/20200508-vyrashhivanie-mikrozeleni-v-domashnix-usloviyakhkak-biznes-ideya> (дата обращения: 16.02.2026).
7. Технология выращивания микрозелени в домашних условиях. – URL: https://greenportal.pro/healthy_food/mikrozelen-cto-eto-i-chem-ona-polezna (дата обращения: 16.02.2026).

К содержанию

УДК 504.05

К. Ю. КРАМАРЧУК

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

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

**ОЦЕНКА ИНТЕНСИВНОСТИ АВТОМОБИЛЬНОГО
ДВИЖЕНИЯ И ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ
ОТ АВТОТРАНСПОРТА Г. МОСТЫ (РЕСПУБЛИКА
БЕЛАРУСЬ)**

Актуальность. В современном мире транспорт играет ключевую роль в экономическом и социальном развитии городов и стран. Однако вместе с ростом транспортной инфраструктуры и увеличением количества транспортных средств возрастает и проблема загрязнения атмосферного воздуха. Выбросы загрязняющих веществ от транспортных средств, такие как диоксид углерода, оксиды азота, частицы и другие вредные вещества, оказывают негативное воздействие на окружающую среду и здоровье населения [1]. Несмотря на принимаемые меры по снижению выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта, проблема остается актуальной и требует постоянного внимания и контроля.

Город Мосты, как и многие другие населенные пункты, сталкивается с проблемой загрязнения воздуха в связи с интенсивным движением транспортных средств. Увеличение количества автомобилей и грузового транспорта приводит к росту выбросов вредных веществ, что может иметь серьезные последствия для экологической ситуации и здоровья жителей города.

Цель исследования – определить объемы выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта на улицах г. Мосты с различной интенсивностью движения.

Материалы и методы. Исследования проводились в феврале 2025 г. в г. Мосты. Площадь города составляет 11,6 км². Население около 14 683 человек. Город находится на р. Неман при впадении в нее Зельвянки, в 60 км к юго-востоку от г. Гродно. В городе расположено ОАО «Мостовдрев» – одно из крупнейших в Республике Беларусь современных многопрофильных деревообрабатывающих предприятий, которое соответствует всем современным требованиям и стандартам.

Для анализа было выбрано семь пробных площадок (улиц) в разных частях города. На ул. Советской, одной из самых длинных, располагаются жилые дома, магазины, больница, стадион, «Белоруснефть» и т. д., она

является улицей республиканского значения; ул. Цветочная является жилой, на ней располагаются частные дома, автостанция г. Мосты и рядом ОАО «Мостовдрев» (потенциальный источник загрязнения окружающей среды); ул. 30 лет ВЛКСМ (1) (пересечение с ул. Цветочной и с ул. Советской) – одна из главных и длинных улиц города, застройки на ней – ОАО «Мостовдрев», автостанция г. Мосты, жилые дома, магазины, железная дорога; ул. Станционная (пересечение с просп. Мира) имеет жилые дома; ул. 30 лет ВЛКСМ (2) (пересечение с ул. Луговой); ул. Волковича является улицей республиканского значения, на ней располагаются жилые дома, хлебозавод и заправка «Белоруснефть»; лес.

Учет интенсивности движения выполнялся визуальным методом в будние дни с 12:00 до 13:00. Расчет среднегодовой суточной интенсивности движения и производных показателей (наибольшая часовая, максимальная часовая и суточная интенсивность) проведен по ДМД 02191.5.004-2007 [2]. Все транспортные средства для учета подразделяются по группам и категориям в соответствии с Конвенцией о дорожном движении (Вена, 08.11.1968, с поправками) [3] и классификацией Комитета по внутреннему транспорту Европейской экономической комиссии ООН (далее – КВТ ЕЭК ООН) [4]. Расчет валовых выбросов загрязняющих веществ осуществлен по ТКП 17.08-03-2006 с учетом структуры транспортного потока, скорости движения, продольного уклона проезжей части и состояния дорожного покрытия [5].

Результаты исследований. В транспортном потоке преобладали легковые автомобили, которые составили 90–100 % от общего потока автомобилей. Среднегодовая суточная интенсивность движения на исследуемых улицах варьировала от 1368 авт/сут (ул. Станционная) до 16 663 авт/сут (ул. 30 лет ВЛКСМ (2)). Наибольшая часовая интенсивность движения составила 859 авт/ч на ул. 30 лет ВЛКСМ (1), наименьшая – 70 авт/ч на ул. Станционной. В значениях максимальной часовой и суточной интенсивности движения наблюдаются следующие значения: на ул. 30 лет ВЛКСМ (2) значения составили 1683 авт/ч и 21 793 авт/сут соответственно, на ул. Станционной 138 авт/ч и 1798 авт/сут. В лесном массиве транспортные средства не зафиксированы.

Суммарные выбросы загрязняющих веществ в зимний период колебались от 11,59 т/год (ул. Цветочная) до 265,1 т/год (ул. Советская). Общий объем выбросов по всем исследованным участкам составил 545 т/год. Структура выбросов характеризовалась доминированием оксида углерода и составила 91 % от общего объема. На долю алканов и ароматических углеводородов приходилось 2 %, алкенов, летучих органических соединений и альдегидов – 1 %, оксидов азота – 0,2 %.

Остальные загрязняющие вещества (тяжелые металлы, бенз(а)пирен, диоксины) присутствовали в минимальных концентрациях. Высокие значения выбросов на ул. Советской обусловлены ее статусом дороги республиканского значения, повышенной интенсивностью движения и особенностями дорожной инфраструктуры (наличие светофоров, остановок общественного транспорта, покрытия).

Заключение. Проведенный мониторинг выявил значительную пространственную неоднородность транспортных потоков и выбросов загрязняющих веществ в пределах г. Мосты. Наибольшую антропогенную нагрузку испытывают магистральные улицы с интенсивным движением. Полученные данные могут быть использованы для разработки природоохранных мероприятий, оптимизации транспортных потоков и совершенствования системы экологического мониторинга в небольших городах Республики Беларусь.

Список использованной литературы

1. Качество атмосферного воздуха и состояние озонового слоя // Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь : [сайт]. – URL: https://minpriroda.gov.by/uploads/files/000585_862098_3.pdf (дата обращения: 23.03.2025).
2. Рекомендации по учету и расчету интенсивности движения на автомобильных дорогах общего пользования : ДМД 02191.5.004-2007 : утв. и введ. в действие Департаментом «Белавтодор» М-ва транспорта и коммуникаций Респ. Беларусь 9 окт. 2007 г. № 215. – Введ. 01.01.2008. – Мн., 2007. – 14 с.
3. Конвенция о дорожном движении : заключена в Вене 8 нояб. 1968 г. : с изм. от 26 марта 2006 г. // Организация Объединенных Наций. – URL: <http://www.unesce.org> (дата обращения: 11.03.2025).
4. Сводная резолюция о конструкции транспортных средств (CP.3) // Европейская экономическая комиссия ООН. – URL: [http://C:/Users/Admin/Downloads/E_ECE_\]TRANS_WP.29_AC.3_6-RU%20\(1\).pdf](http://C:/Users/Admin/Downloads/E_ECE_]TRANS_WP.29_AC.3_6-RU%20(1).pdf) (дата обращения: 20.02.2026).
5. Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосфера. Выбросы загрязняющих веществ и парниковых газов в атмосферный воздух. Правила расчета выбросов механическими транспортными средствами в населенных пунктах : ТКП 17.08-03-2006 (02120) : утв. постановлением Минприроды Респ. Беларусь от 28 июня 2006 г. № 3-Т. – Введ. 01.09.06. – Мн. : Минприроды Респ. Беларусь, БелНИЦ «Экология», 2007. – III, 18 с.

К содержанию

УДК 373.51

С. Д. КУЗАВКО

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – О. В. Корзюк, старший преподаватель

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ГРАМОТНОСТЬ УЧАЩИХСЯ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ

Актуальность исследования методики обучения биологии в контексте экологического образования обусловлена глобальными экологическими вызовами современности. В условиях нарастающего антропогенного давления на природу, изменения климата и утраты биоразнообразия перед системой образования стоит важнейшая задача – формирование экологической грамотности подрастающего поколения. Именно общеобразовательная школа выступает ключевым звеном в этом процессе, так как закладывает основы мировоззрения и обеспечивает учащихся не только теоретическими знаниями, но и практическим опытом взаимодействия с окружающей средой.

Биология как учебный предмет обладает уникальным потенциалом для экологического образования, поскольку изучает живые системы и их взаимосвязи со средой обитания. Экологизация биологического образования позволяет логично интегрировать экологические аспекты в содержание уроков, формируя у обучающихся осознанное восприятие природы и ответственность за ее сохранение [1].

Целью данной работы является анализ теоретических основ и практических методик обучения биологии, направленных на реализацию задач экологического образования в современной общеобразовательной школе.

Современная концепция экологического образования базируется на идеях развивающего обучения и системного подхода, и содержание экологического образования в школе должно быть направлено не просто на передачу знаний, но и на развитие у учащихся способности видеть целостную картину мира [2]. Ключевым результатом этого процесса является формирование экологической грамотности учащихся, включающей не только знания об экологических процессах, но и осознанное ценностное отношение к природе, критическое мышление и готовность к активным действиям по ее охране, не допуская разрушения окружающей среды.

Экологизация школьного курса биологии предполагает не введение отдельного предмета, а интеграцию экологических аспектов в содержание всех разделов биологии – от ботаники и зоологии до анатомии и общей биологии.

Реализация этого процесса строится на ряде дидактических принципов – научности и доступности (соответствие материала современному уровню развития экологической науки и возрастным особенностям учащихся), систематичности и непрерывности (формирование экологических знаний на протяжении всех лет обучения с постепенным усложнением материала), единства теории и практики (связь теоретических знаний с реальными экологическими проблемами и практической деятельностью) и др. [3].

В ходе изучения биологии учащиеся получают знания о влиянии окружающей среды на организмы, о пищевых цепях и экосистемах, о роли человека в биосфере. Особое внимание уделяется раскрытию сложных систем взаимодействия между организмами, что позволяет логически подвести обучаемых к пониманию последствий антропогенного воздействия на природу.

Современная методика обучения биологии в рамках экологического образования предлагает широкий спектр методов и организационных форм, направленных на активизацию познавательной деятельности учащихся и развитие у них экологического мышления. Целесообразно на уроках биологии использовать разнообразные педагогические технологии, такие как проблемное обучение (создание проблемных ситуаций и разбор реальных экологических сценариев (например, анализ причин исчезновения видов или загрязнения водоемов), что пробуждает критическое мышление у учеников), игровые технологии (проведение уроков-игр, квизов). Игровая форма (например, «Среды обитания организмов» или «Анатомическое путешествие») позволяет в доступном виде систематизировать знания и развивать коммуникативные навыки. Круглый стол может имитировать заседание экспертов по обсуждению спорных экологических вопросов. Уроки-исследования позволят вовлечь учащихся в поисковую деятельность (например, изучение темы «Значение воды и воздуха для живых организмов» через решение экспериментальных задач). Интегрированные уроки демонстрируют взаимосвязь биологии с географией, химией, физикой для формирования целостной картины мира [2; 3].

Внеурочная деятельность также играет ключевую роль в формировании опыта экологически ориентированного поведения. К наиболее эффективным формам можно отнести экскурсии и трудовые десанты – организация наблюдений за природой на пришкольной территории, выявление локальных экологических проблем (например, загрязнение мусором), посадка деревьев. На экскурсиях учащиеся могут наглядно увидеть результаты влияния человека на окружающую среду; проектная и исследовательская деятельность (работа над индивидуальными или групповыми проектами (например, «Влияние загрязнений на здоровье человека»)) учит применять знания на практике и развивает навыки работы в команде;

природоохранные акции и мониторинг предполагают участие в акциях по уборке территорий, изучение состояния окружающей среды с помощью методов биоиндикации (например, лишеноиндикация) [3].

Заключение. Анализ методической литературы и передового педагогического опыта показывает, что интеграция экологических аспектов в школьном курсе биологии способствует не только повышению качества предметных знаний, но и формированию у обучающихся экологической грамотности, биоцентрического мировоззрения и активной гражданской позиции. Эффективность экологического образования напрямую зависит от учета возрастных особенностей учащихся. Например, в 5–6 классах основной упор делается на развитие наблюдательности и формирование интереса к природе; в 7–8 классах происходит углубление знаний, изучается влияние среды на животных, грибы, растения; в 9 классе при изучении анатомии и физиологии человека акцент смещается на вопросы здоровья; в 10–11 классах на первый план выходит формирование естественно-научного мировоззрения. Учащиеся осознают взаимосвязи в системе «человек – общество – природа» [4], и ключевым условием успешности этого процесса является комплексное использование разнообразных методов обучения – от проблемных лекций и игр до проектно-исследовательской деятельности и природоохранных акций.

Дальнейшее развитие экологической грамотности учащихся связано с внедрением цифровых технологий, усилением междисциплинарных связей и расширением практической направленности обучения, что позволит выпускникам школ не только понимать экологические проблемы, но и быть готовыми к их решению в своей повседневной жизни [5].

Список использованной литературы

1. Тимофеев, А. Н. Методический практикум: экология в школьном биологическом образовании / А. Н. Тимофеев, О. Н. Тюленева, К. В. Успенский // Биология в школе. – 2024. – № 7. – С. 57–64.
2. Андреева, Н. Д. Теория и методика обучения экологии : учебник / Н. Д. Андреева, В. П. Соломин, Т. В. Васильева ; под ред. Н. Д. Андреевой. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2024. – 190 с.
3. Камахина, Р. С. Формирование экологической культуры учащихся в процессе обучения биологии / Р. С. Камахина, Л. У. Мавлюдова, Н. Р. Галимова // Современные проблемы науки и образования. – 2018. – № 5. – URL: <https://science-education.ru/> (дата обращения: 24.02.2026).
4. Экологическое воспитание школьников на уроках биологии // Инфоурок : [сайт]. – URL: <https://infourok.ru/> (дата обращения: 24.02.2026).
5. Булатова, С. И. Воспитание экологической культуры школьников на уроках биологии / С. И. Булатова // Инфоурок : [сайт]. – URL: <https://infourok.ru/vospitanie-ekologicheskoy-kultury-shkolnikov-na-urokah-biologii-7793887.html> (дата обращения: 24.02.2026).

К содержанию

УДК 579.24:543.6

К. А. КУЗЬМИН¹, Д. И. МИСЮЛЯ^{1,2}¹Минск, БГУ²Минск, НИИ физико-химических проблем БГУ

Научный руководитель – И. В. Минеева, доктор хим. наук, профессор

АНТИБАКТЕРИАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ ИСХОДНЫХ СУБСТРАТОВ МУЛЬТИКОМПОНЕНТНОЙ РЕАКЦИИ ГАНЧА ОТНОСИТЕЛЬНО БАКТЕРИЙ РОДА *BACILLUS*

Актуальность. С ростом антропогенного воздействия человека на природу возросло влияние активных химических соединений на биоценоз. Одним из факторов оценки действия химических веществ является почвенный биоценоз, в состав которого входят микроорганизмы рода *Bacillus*, которые активно участвуют в циклах разложения азотсодержащих органических соединений. С учетом развития экологической химии, а также принципиально новых схем реакций, которые, в свою очередь, приведут к минимизации антропогенного воздействия, широко распространяется метод мультикомпонентных реакций (далее – МКР).

К мультикомпонентным (рисунок) относят реакции, в которых взаимодействуют три или более компонента с образованием целевого соединения, содержащего в своей структуре большинство атомов всех исходных веществ. Все реагирующие вещества смешивают в одном реакционном сосуде без введения дополнительных реагентов во время проведения реакции [1, с. 10].

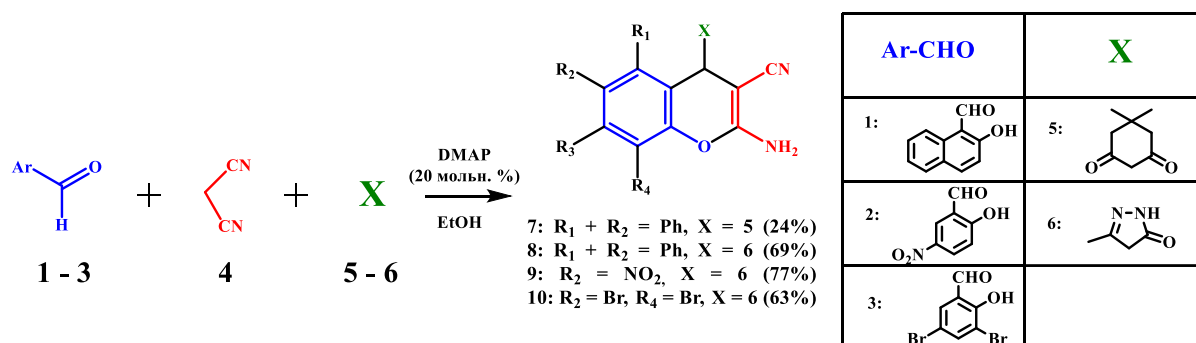


Рисунок – Субстраты и продукты мультикомпонентной реакции Ганча [2]

Одним из пробелов в системе оценки экологической безопасности является воздействие исходных веществ МКР на почвенные и другие микроорганизмы, чем определяется актуальность данного исследования.

Цель – оценить антибактериальное действие исходных субстратов МКР реакции Ганча в отношении микроорганизмов рода *Bacillus*.

Материалы и методы. Объект исследования – бактерии *Bacillus subtilis* и *Bacillus mesentericus*. Для культивирования использовали мясо-пептонный агар (далее – МПА) при температуре 20 °С в течение 18–24 ч до конца фазы ускоренного роста. На объект воздействовали растворами органических соединений в диметилформамиде (далее – ДМФА) в концентрации 3 мг/мл: 2-гидроксинафтаальдегида (далее – 2-ГНА, **1**), 5-нитросалицилового альдегида (далее – 5-НСА, **2**), 3,5-дибромсалицилового альдегида (далее – 3,5-ДБСА, **3**), малононитрила (**4**), димедона (**5**), метилпиразолона (**6**). Антибактериальную активность определяли методом диффузии в агар с использованием бумажных дисков диаметром 6 мм. На поверхности чашек Петри с застывшим МПА, засеянных стандартизированной суспензией бактерий, помещали диски, пропитанные исследуемым раствором. В качестве контроля использовали раствор цетилтриметиламмония бромида (далее – ЦТАБ) в ДМФА (3 мг/мл). Отсутствие влияния чистого растворителя на бактерии показано в отдельном контрольном опыте. Антибактериальную активность оценивали путем измерения зоны ингибирования (в мм) после инкубации 24 ч при температуре 20 °С. Эксперимент проводили в пяти биологических повторностях. Достоверность различий оценивали с помощью t-критерия Стьюдента.

Результаты исследований. В ходе исследования выявлено, что большинство изученных соединений (димедон (**5**), 2-ГНА (**1**), метилпиразолон (**6**), 5-НСА (**2**)) в концентрации 3 мг/мл не проявили антибактериальной активности в отношении *Bacillus subtilis*. Исключение составил 3,5-дибромсалициловый альдегид. Результаты представлены в таблице.

Таблица – Диаметры зон ингибирования в трех вариантах эксперимента

Вид бактерий	Диаметры зон ингибирования, мм		
	ЦТАБ (контроль)	3,5-ДБСА (3)	Продукт МКР 10
<i>Bacillus subtilis</i>	12,8 ± 0,5	19,8 ± 2,3	13,8 ± 1,7
<i>Bacillus mesentericus</i>	12,4 ± 0,4	20,4 ± 2,4	14,8 ± 0,7

3,5-ДБСА (**3**) проявил более высокую активность по сравнению с контролем ($P < 0,01$) и продуктом МКР **10**. Статистически значимых различий в чувствительности двух видов *Bacillus* к 3,5-ДБСА (**3**) не выявлено ($P < 0,05$), что, возможно, свидетельствует об универсальности механизма действия в пределах рода.

Аналогичные результаты получены при исследовании влияния данных соединений на *Bacillus mesentericus*. Димедон (5), 2-ГНА (1), малонитрил (4), метилпиразолон (6) и 5-НСА (2) не оказали влияния на рост бактерий. 3,5-ДБСА продемонстрировал антибактериальный эффект со следующими показателями: $d_1 = 21$ мм, $d_2 = 21$ мм, $d_3 = 17$ мм, $d_4 = 20$ мм, $d_5 = 23$ мм (среднее значение $20,4 \pm 2,4$ мм). Давно установлено, что фенольные системы с двумя электроноакцепторными группировками могут выступать в качестве разобщителя процессов окисления и фосфорилирования, как, например, 2,4-динитрофенол [3, с. 93]. Несмотря на то, что в продукте **10** фенольный гидроксил заблокирован (входит в состав хроменого фрагмента), соединение проявляет антибактериальную активность, превышающую контроль, хотя и уступающую 3,5-ДБСА (3) со свободной фенольной группой.

Заключение. Таким образом, при действии на бактерии рода *Bacillus* исходные субстраты мультикомпонентных реакций (за исключением галогензамещенных ароматических альдегидов (3)) не проявили антибактериальной активности в концентрации 3 мг/мл, что указывает на их потенциальную экологическую безопасность при использовании в синтетических процессах. Продукт МКР **10**, хотя и уступает по активности исходному альдегиду, достоверно превосходит контроль, что свидетельствует о сохранении биологического эффекта даже при модификации с участием фенольного фрагмента. Полученные данные могут служить основой для разработки критериев экологической безопасности новых реагентов и использоваться при мониторинге химического загрязнения природных сред.

Список использованной литературы

1. Карпенко, К. А. Мультикомпонентный синтез замещенных пиперидинов : дис. ... канд. хим. наук : 02.00.03 / Карпенко Кирилл Анатольевич ; Ин-т орган. химии им. Н. Д. Зелинского РАН. – М., 2020. – 134 л.
2. Мисюля, Д. И. Получение производных 2-амино-3-циано-4*H*-хроменов мультикомпонентными реакциями и их антибактериальные свойства в условиях *in vitro* / Д. И. Мисюля, А. А. Колесников, И. В. Минеева // Молодежь в науке – 2025 : тез. докл. XXII Междунар. науч. конф. молодых ученых, Минск, 16–18 сент. 2025 г. : в 4 ч. / НАН Беларуси, Совет молодых ученых ; редкол.: В. Л. Гурский (гл. ред.) [и др.]. – Мн. : Бел. наука, 2025. – Ч. 1 : Аграрные науки, химия, науки о Земле. – С. 217–219.
3. Нетрусов, А. И. Микробиология. Университетский курс : учебник / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. – 5-е изд. – М. : Академия, 2017. – 384 с.

К содержанию

УДК 582.736

В. А. КУЗЬМИЧ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

ВИДЫ РОДА *Vicia* L. (*FABACEAE* LINDL.) В МЕСТНОЙ ФЛОРЕ

Актуальность. Бобовые – одна из крупнейших групп покрытосеменных. По числу видов семейство уступает только сложноцветным и орхидным, а по экономическому значению только злакам [1]. Уникальность семейства проявляется в особенностях морфологии представителей, в способности фиксировать азот почвы за счет симбиотической азотфиксации, особенностях механизма энтомофильного опыления и др. [1]. Род *Vicia* L. очень разнообразен и полиморфен, объединяет около 150 видов [2].

Цель работы – провести анализ структуры рода *Vicia* L. в Брестском регионе.

Материалы и методы. Проведен анализ литературных источников, материалов научного гербария кафедры биологических и химических технологий БрГУ имени А. С. Пушкина. В вегетационном сезоне 2025 г. маршрутным методом обследованы природные сообщества г. Бреста и его окрестностей.

Результаты исследований. В составе флоры Беларуси семейство *Fabaceae* Lindl. является шестым по количеству видов и включает 17 родов и 68 видов [3]. В белорусской флоре семейство представлено наиболее специализированным из трех подсемейств – подсемейством мотыльковых *Faboideae*, которое выделяется специализацией к опылению [1]. Среди мотыльковых триба *Vicieae* (Adans.) DC. является наиболее специализированной и продвинутой [4]. Типовой род трибы – род *Vicia* L., наряду с родами *Trifolium* и *Lathyrus* относится к наиболее многочисленным в белорусской флоре – по разным данным, в Беларуси регистрировалось 14–16 видов рода *Vicia* L. [3; 5; 6].

Виды изучаемого рода – травянистые растения с длинными, слабыми, обыкновенно цепляющимися стеблями. Листья парноперистые; их общая листовая ось заканчивается усиком, редко вместо него нитевидное острие или непарный листочек. Цветки располагаются по 1–2 в пазухах листьев или собраны в многоцветковые кисти, сидящие на верхушках пазушных цветоносов. Бобы вскрываются двумя створками, обычно с шаровидными семенами [5]. Особенностью цветка *Vicia* L., как и других

близкородственных родов (*Pisum* L., *Phaseolus* L., *Lathyrus* L.), является наличие щеточки, которая при отгибании лепестков выметает из лодочки пыльцу и наносит ее на тело насекомого [1].

В определителях и монографических обработках рода для разграничения рода используют широкий спектр различных морфологических признаков: количество пар листочков, особенности их опушения, длину цветоносов, форму флага цветка и столбика, характер опушения столбика и др. Значимость признаков для диагностики конкретных видов горошка неравноценна [5–7].

В научном гербарии представлены 10 видов рода. Из них, по результатам полевых исследований, широко распространены в г. Бресте и его окрестностях 5 видов: *V. cracca* L., *V. hirsuta* (L.) S. F. Gray, *V. sepium* L., *V. tetrasperma* (L.) Schreb., *V. villosa* Roth. Согласно гербарным материалам, на территории города также зарегистрированы *V. sativa* L. (обочина шоссе/дороги, агробиостанция БрГУ), *V. lathyroides* L. на окраине г. Бреста (суходольная луговина по опушке леса). Образцы трех видов, представленных в гербарии (*V. angustifolia* Reichard., *V. sylvatica* L. и *V. cassubica* L.), получены в Брестском районе и Беловежской пуще.

Виды *V. pisiformis* L. и *V. dumetorum* L., занесенные в Красную книгу Беларуси (I категория охраны) [8], в гербарной коллекции не представлены.

В таксономическом отношении виды, представленные в гербарной коллекции, относятся к самому многочисленному подроду *Craccoidae* B. Fredtsch. и к четырем секциям: *Lenticula* Aschers et Graebn. (*V. hirsuta* (L.) S. F. Gray), *Ervum* S. F. Gray (*V. tetrasperma* (L.) Schreb.), *Cracca* S. F. Gray (*V. cassubica* L., *V. sylvatica* L., *V. cracca* L., *V. villosa* Roth), *Euicia* Vis. (*V. sepium* L., *V. lathyroides* L., *V. sativa* L., *V. angustifolia* Reichard).

Из рода *Vicia* только 8 видов получили практическое применение в кормопроизводстве. В Республике Беларусь производственное значение имеют 2 вида. Яровая форма *V. sativa* L. возделывается как зерно кормовая культура для получения семян, содержащих 22–28 % белка, и зеленой массы на корм животным. Озимая форма *V. villosa* Roth. выращивается как кормовая культура в основном в смешанных посевах с озимыми зерновыми культурами. Эти культурные виды вики, несмотря на принадлежность к одному роду, имеют четкие отличительные признаки по всходам, листьям, соцветиям, окраске и размеру цветков, форме, величине, окраске плодов и семян [2].

Из числа видов, произрастающих в Брестском регионе, большинство являются ценными кормовыми травами – *V. cassubica* L., *V. cracca* L., *V. villosa* Roth, *V. sepium* L., *V. sativa* L. К сорно-полевым видам и злостным сорнякам относятся *V. hirsuta* (L.) S. F. Gray, *V. tetrasperma* (L.) Schreb., *V. angustifolia* Reichard, *V. cracca* L.

Таким образом, на территории Брестского региона регистрируется более половины видов, типичных для белорусской флоры. Широкое распространение получили виды, характерные для синантропных местообитаний.

Список использованной литературы

1. Макашева, Р. Х. Культурная флора СССР. Т. 4. Зерновые бобовые культуры. Ч. 1. Горох / Р. Х. Макашева. – Л. : КОЛОС, 1979. – 324 с.
2. Зерновые бобовые культуры : практикум / В. Г. Тарануха, С. С. Камасин, А. А. Пугач, А. Ф. Таранова. – Горки : БГСХА, 2014. – 56 с.
3. Козловская, Н. В. Флора Белоруссии, закономерности ее формирования, научные основы использования и охраны / Н. В. Козловская. – Мн. : Наука и техника, 1978. – 128 с.
4. Яковлев, Г. П. Бобовые земного шара / Г. П. Яковлев. – Л. : Наука, 1991. – 144 с.
5. Флора БССР. В 5 т. Т. 3 / Ин-т биологии Акад. наук Бел. ССР ; ред. Н. А. Дорожкин, М. П. Томин ; сост.: В. Н. Васильев [и др.]. – Мн. : Изд-во АН БССР, 1950. – 490 с.
6. Определитель высших растений Беларуси : учеб. пособие / Т. А. Сауткина, Д. И. Третьяков, Г. И. Зубкевич [и др.] ; под ред. В. И. Парфенова. – Мн. : Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.
7. Флора СССР. В 30 т. Т. 13 / сост.: Е. Г. Бобров, А. Г. Борисова, В. Н. Васильев [и др.] ; ред. Б. К. Шишкин, Е. Г. Бобров. – М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1948. – 588 с.
8. Красная книга Республики Беларусь. Растения: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / редкол.: С. М. Масляк (пред.), М. Е. Никифоров, В. И. Парфенов [и др.] ; редсовет: А. Н. Карлюкевич (гл. ред.) [и др.]. – 5-е изд. – Мн. : Беларусь, 2025. – 576 с.

К содержанию

УДК 581.2

Е. А. КУЛИШЕВИЧ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

БОЛЕЗНИ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ ГОРОДСКОГО ПАРКА Г. СЛОНИМА

Актуальность. В связи с усилением глобальных процессов урбанизации, ростом городов, увеличением городского населения, а также быстрым развитием промышленности и автомобильного транспорта экологическая функция зеленых насаждений в городских районах остается особенно важной. Именно в этом контексте логичны функции зеленых насаждений в большом городе. Антропогенное воздействие на окружающую среду приводит к значительным изменениям микробиоты.

На урбанизированных территориях отмечается заметное увеличение присутствия потенциально патогенных микромицетов, обусловленное специфическими экологическими особенностями городской среды.

Цель – выявить болезни древесных растений городского парка г. Слонима.

Материалы и методы. В течение мая – сентября 2024–2025 гг. маршрутным методом проводили исследование состояния зеленых насаждений парка г. Слонима. При осмотре листьев в разных частях кроны древесных и кустарниковых видов анализировали макроскопические симптомы (пятнистости, налет, деформации, спороношения).

Проводили сбор пораженных листьев. Полученные образцы гербаризировали для последующего хранения и идентификации фитопатогенных грибов. На высушенных растениях сохраняются типичные признаки заболевания и микроскопические структуры возбудителей.

Объектами исследования являются 17 видов древесных растений, а также патогенные грибы, вызывающие болезни данных растений [1]. Методами исследования были полевые (маршрутный метод, метод сбора и гербаризации материала) и лабораторные (работа с определителями, фотографирование) [2].

Результаты исследований. Исследованы 17 видов древесных растений: *Prunus divaricata* Ledeb., *Carpinus betulus* L., *Acer platanoides* L., *Fraxinus excelsior* L., *Tilia cordata* Mill., *Populus nigra* L., *Betula pendula* Roth., *Rhus typhina* L., *Aesculus hippocastanum* L., *Quercus robur* L., *Quercus rubra* L., *Buxus sempervirens* L., *Thuja occidentalis* L., *Sambucus nigra* L., *Forsythia europaea* D., *Spiraea japonica* L. и *Hydrangea arborescens* L. [3; 4]. На четырех видах были выявлены следующие болезни [5].

Мучнистая роса листьев Acer platanoides L. развивается на листьях с верхней стороны, реже – с обеих. Белый, мучнистый, плотный налет мицелия в виде резко очерченных пятен вдоль жилок листа или распространяющийся по всей поверхности листовой пластинки с черными точками плодовых тел гриба. Возбудителем мучнистой росы клена остролистного является сумчатый гриб *Uncinula aceris* Sacc., который относится к порядку *Erysiphales*.

Черную пятнистость Acer platanoides L. вызывает гриб *Rhytisma acerinum* Fr., который относится к порядку *Phacidiales*. Черные пятна – это строма гриба, т. е. плотно сплетенные гифы гриба, на которых формируются плодовые тела – апотеции или конидиеносцы. Желтая каемка – это омертвевшая ткань листа. Внешний вид стромы зависит от вида патогена: у ритизмы кленовой они чаще всего округлые, до 20 мм в диаметре, слегка приподняты над поверхностью листа.

Неинфекционный некроз Acer platanooides L. чаще всего связан с негативными условиями внешней среды (например, засухой, переувлажнением, загрязнением почвы и воздуха, переуплотнением почвы), а не вызван патогенами. Клен остролистный больше всего подвержен этому заболеванию из-за белой каемки на листьях. Схожие симптомы могут быть из-за повреждения корневой системы (например, после пересадки или в результате заражения опенком), а также попутным симптомом развития бурой гнили ствола, которая вызвана трутовыми грибами.

Бурая пятнистость Quercus rubra L. и *Quercus robur* L. вызвана грибом *Gloeosporium quercinum* West, который относится к порядку *Melanconiales*. На дубе красном образуются пятна на обеих сторонах листьев – светло-бурые или светло-коричневые с ржаво-коричневой каймой. По верхней стороне пятен по всей их поверхности разбросаны черные точечные пикниды. На листьях дуба черешчатого в начале июля появляются неправильной формы или округлые пятна диаметром 2–4 мм, вначале желтовато-зеленые, затем бурые. На нижней стороне пятен образуются конидиальные ложа возбудителя в виде желтовато-коричневых подушечек. При развитии сумчатой стадии гриба пятна увеличиваются в размере и принимают бурую окраску. Многочисленные пятна сливаются, покрывая всю поверхность листа. Гриб может заражать желуди. Зимует на опавших листьях. Весной на опавших пораженных листьях образуются перитеции. Созревшие в перитециях аскоспоры осуществляют первичное заражение листьев дуба. Аскоспоры бесцветные, удлинненно-эллипсоидные или веретенообразные, двухклеточные.

Темно-бурая пятнистость (церкоспороз) Tilia cordata Mill. вызвана грибом *Cercospora microsora* Sacc., относящимся к порядку *Mycosphaerellales*. Проявляется в виде многочисленных темно-бурых пятен со светлым центром округлой или неправильной формы. Это наиболее часто встречающаяся пятнистость. С нижней стороны пятен пучки конидиеносцев с конидиями в виде малозаметных мелких черных точек. Конидиеносцы у гриба короткие, коричневатые, с несколькими перегородками или без них.

Кремовая пятнистость (глеоспориоз) Tilia cordata Mill. вызвана несовершенным грибом *Gloeosporium tiliae* Oudem порядка *Melanconiales*. В июле на листьях появляются крупные неправильно-округлые пятна кремового или охряного цвета с узким темным ободком. На пятнах развиваются конидиальные спороношения гриба в виде темно-бурых мелких подушечек. Кроме листьев, при сильном развитии болезни поражаются черешки и околоцветники. Во второй половине лета пятна нередко покрывают всю поверхность листа, что приводит к сильной деформации листовой пластинки, вследствие чего крона становится ажурной.

Болезнь может принимать характер длительной эпифитотии, поражаются не только листья, но и черешки и соцветия. В городских насаждениях у сильно пораженных деревьев теряется декоративность и снижаются защитные функции.

Заключение. Среди изученных древесных растений городского парка г. Слонима на четырех видах выявлено семь заболеваний листьев: мучнистая роса, бурая пятнистость, темно-бурая пятнистость, коричневая пятнистость, темно-коричневая пятнистость, кремовая пятнистость, неинфекционный некроз.

Список использованной литературы

1. Определитель болезней растений / М. К. Хохряков, Т. Л. Добрознакова, К. М. Степанов, М. Ф. Летова. – 3-е изд., испр. – СПб. : Лань, 2003. – 592 с.
2. Полевые методы исследования растений : учеб. пособие по проведению полевых практик / А. С. Лукаткин, В. К. Левин, В. В. Лещанкина [и др.] ; под общ. ред. А. С. Лукаткина. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2004. – 160 с.
3. Определитель высших растений Украины / Д. Н. Доброчаева, М. И. Котов, Ю. Н. Прокудин [и др.]. – Киев : Наук. думка, 1987. – 548 с.
4. Ванин, А. И. Определитель деревьев и кустарников : учеб. пособие / А. И. Ванин. – М. : Лесн. пром-сть, 1967. – 241 с.
5. Соколова, Э. С. Инфекционные болезни древесных растений : учеб. пособие / Э. С. Соколова, Т. В. Галасьева. – М. : ГОУ ВПО МГУЛ, 2008. – 87 с.

К содержанию

УДК 595.76:574.4

Д. О. КУНДА

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ОТРЯДА COLEOPTERA НА ЭКОТОННЫХ УЧАСТКАХ ПРИРОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ В ЧЕРТЕ Г. БРЕСТА

Актуальность. Жесткокрылые являются одной из групп насекомых-индикаторов, чье состояние и динамика численности позволяют объективно оценивать экологическое благополучие территории в условиях рекреационной нагрузки. Изучение состава энтомофауны имеет особое значение для мониторинга локальных экосистем, так как позволяет выявить редкие и типичные виды в зонах активного посещения людьми, что важно для разработки научно обоснованных мер по сохранению биоразнообразия и устойчивому управлению природными объектами. Полученные данные

расширяют фундаментальные представления о фаунистическом составе региона, а также могут служить практической основой для обновления информационного наполнения экотропы [1; 2].

Цель – изучить видовой состав и особенности распространения наземных жесткокрылых экотонных участков экологической тропы «Дорога жизни».

Материалы и методы. Отлов производился методом ручного сбора (сачком). Определение видовой и родовой принадлежности осуществляли при помощи специализированных определителей видов [3; 4]. Место сбора жесткокрылых – экотонные участки между лесными и луговыми сообществами на территории экологической тропы «Дорога жизни» г. Бреста и прилегающей территории ОАО «Брестский комбинат строительных материалов» (далее – Брестский КСМ).

Результаты исследований. В результате проведенных исследований видового разнообразия жесткокрылых в течение весенне-летнего периода на территории экологической тропы и прилегающих участков Брестского КСМ были получены следующие результаты (таблица).

Таблица – Видовое разнообразие отряда Coleoptera экотонных участков экологической тропы «Дорога жизни» и Брестского КСМ

№ п/п	Русское название	Латинское название	Тип места обитания	Семейство	Место сбора
1	2	3	4	5	6
1	Большая сосновая златка	<i>Chalcophora mariana</i>	Лесной	Buprestidae (Златки)	К
2	Рыжая мягкотелка	<i>Rhagonycha fulva</i>	Нелесной	Cantharidae	Э, К
3	Мягкотелка красноногая	<i>Cantharis rustica</i>	Нелесной	(Мягкотелки)	Э
4	Скакун-межнук	<i>Cicindela hybrida</i>	Нелесной	Carabidae (Жужелицы)	Э
5	Жужелица волосистая	<i>Harpalus rufipes</i>	Нелесной		К
6	Жужелица лесная	<i>Carabus nemoralis</i>	Лесной		К
7	Жужелица плутающая	<i>Carabus intricatus</i>	Лесной		Э
8	Мускусный усач	<i>Aromia moschata</i>	Лесной	Cerambycidae (Усачи)	Э, К
9	Незатейливая странгалия	<i>Strangalia attenuata</i>	Лесной		Э
10	Лептура четырехполосая	<i>Leptura quadrifasciata</i>	Лесной		Э
11	Усач изменчивый	<i>Chlorophorus varius</i>	Лесной		К
12	Листоед ольховый	<i>Agelastica alni</i>	Лесной	Chrysomelidae (Листоеды)	Э
13	Краснокрылый тополевый листоед	<i>Chrysomela populi</i>	Лесной		Э, К
14	Пчеложук обыкновенный	<i>Trichodes apiarius</i>	Нелесной	Cleridae (Пестряки)	Э
15	Муравьежук обыкновенный	<i>Thanasimus formicarius</i>	Лесной		Э, К

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6
16	Божья коровка-арлекин	<i>Harmonia axyridis</i>	Нелесной	Coccinellidae (Божьи коровки)	Э, К
17	Семиточечная коровка	<i>Coccinella septempunctata</i>	Нелесной		Э, К
18	Четырнадцатиточечная коровка	<i>Propylea quatuordecimpunctata</i>	Нелесной		Э
19	Двухточечная коровка	<i>Adalia bipunctata</i>	Эвритопный		Э, К
20	Долгоносик крапивный	<i>Phyllobius pomaceus</i>	Нелесной	Curculionidae (Долгоносики)	Э
21	Долгоносик сосновый большой	<i>Hylobius abietis</i>	Лесной		К
22	Серый щелкун	<i>Agrypnus murinus</i>	Нелесной	Elateridae (Щелкуны)	К
23	Навозник лесной	<i>Anoplotrupes stercorosus</i>	Лесной	Geotrupidae (Навозники)	К
24	Оленёк обыкновенный	<i>Dorcus parallelipipedus</i>	Лесной	Lucanidae (Рогачи)	Э
25	Рогач однорогий	<i>Sinodendron cylindricum</i>	Лесной		Э
26	Олётка зловонная	<i>Oxythyrea funesta</i>	Нелесной	Scarabaeidae (Пластиначатые)	Э, К
27	Хрущик полевой	<i>Anomala dubia</i>	Нелесной		К
28	Бронзовка золотистая	<i>Cetonia aurata</i>	Эвритопный		Э, К
29	Нехрущ обыкновенный	<i>Amphimallon solstitiale</i>	Нелесной		К
30	Жук-носорог обыкновенный	<i>Oryctes nasicornis</i>	Нелесной		Э
31	Бронзовка мохнатая	<i>Tropinota hirta</i>	Нелесной		Э, К
32	Хрущ майский	<i>Melolontha melolontha</i>	Лесной		К
33	Бронзовка медная	<i>Protaetia cuprea</i>	Лесной		К
34	Бронзовка мраморная	<i>Protaetia marmorata</i>	Лесной		Э
34	Темный мертвоед	<i>Silpha obscura</i>	Нелесной	Silphidae (Мертвоеды)	Э

Примечание – Э – экологическая тропа «Дорога жизни»; К – Брестский КСМ.

В результате обработки и анализа данных, представленных в таблице, было учтено 35 видов жесткокрылых (отряд Coleoptera), относящихся к 13 семействам. Наибольшее видовое разнообразие отмечено в семействе *Scarabaeidae* – 9 видов, что составляет 25,7 % от общего числа обнаруженных видов. Семейства *Carabidae*, *Cerambycidae* и *Coccinellidae* представлены 4 видами (по 11,4 %). По 2 вида (5,7 %) насчитывают семейства *Cleridae*, *Cantharidae*, *Curculionidae*, *Chrysomelidae* и *Lucanidae*. Единичными видами (по 2,9 %) представлены семейства *Buprestidae*, *Elateridae*, *Geotrupidae* и *Silphidae*.

Разделение видов по местам обнаружения следующее: экотропа (Э) – 14 видов (40 %); Брестский КСМ (К) – 11 видов (31,4 %); встречались на Э и К – 10 видов (28,6 %). Анализ приуроченности к местообитаниям

показал следующее распределение: лесные – 17 видов (48,6 %), нелесные – 16 видов (45,7 %), эвритопные – 2 вида (5,7 %). Доминирование лесных видов ожидаемо для данных местностей, однако значительная доля нелесных видов подтверждает экотонный характер исследованных территорий. В числе собранных 2 вида включены в Красную книгу Республики Беларусь: жужелица плутающая *Carabus intricatus* (III категория охраны) и бронзовка мраморная *Protaetia marmorata* (IV категория охраны). Помимо охраняемых видов, обнаружен один инвазивный – божья коровка-арлекин (*Harmonia axyridis*).

Заключение. Рассмотренная выборка из 35 видов жесткокрылых характеризуется высоким таксономическим разнообразием, довольно выраженной экотонной приуроченностью с присутствием некоторых охраняемых видов, что придает ей научную и природоохранную ценность. Данные территории, несмотря на их экологическую неоднородность, являются важными пристанищами для многих видов живых организмов и нуждаются в дальнейшем систематическом изучении.

Список использованной литературы

1. Фауна и экология жесткокрылых Белоруссии : сб. ст. / Ин-т зоологии АН БССР, Бел. отд-ние Всесоюз. энтомол. о-ва ; ред. И. К. Лопатин, Э. И. Хотько. – Мн. : Навука і тэхніка, 1991. – 262 с.
2. Лебедева, Н. В. Биологическое разнообразие : учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений / Н. В. Лебедева, Н. Н. Дроздов, Д. А. Криволицкий. – М. : ВЛАДОС, 2004. – 432 с.
3. Каталог жесткокрылых (Coleoptera, Insecta) Беларуси / О. Р. Александрович, И. К. Лопатин, А. Д. Писаненко [и др.] ; Фонд фундам. исслед. Респ. Беларусь. – Мн., 1996. – 103 с.
4. Хотько, Э. И. Определитель жужелиц (Coleoptera, Carabidae) / Э. И. Хотько. – Мн. : Наука и техника, 1978. – 85 с.

К содержанию

УДК 502.72

Д. М. КУЧМА

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – И. В. Окоронко, канд. геогр. наук

ОСОБО ОХРАНЯЕМЫЕ ПРИРОДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ ДРОГИЧИНСКОГО РАЙОНА

Актуальность. Дрогичинский район – один из живописных уголков Брестской области Беларуси, богатый природными ресурсами и уникальными экосистемами. В регионе насчитывается несколько особо

охраняемых природных территорий (далее – ООПТ), которые играют важную роль в сохранении биоразнообразия и природных ландшафтов.

Цель данного исследования – выявить территориальные особенности и дать характеристику ООПТ Дрогичинского района.

Материалы и методы. Для достижения поставленной цели было необходимо создать базу данных ООПТ Дрогичинского района, провести картографирование и создать картографическое произведение ООПТ Дрогичинского района, оценить площадь ООПТ, выявить особенности территориального распространения и виды ООПТ. Были использованы следующие методы: сравнительно-географический, картографический, математический и геоинформационный.

Результаты исследований. Главная роль в сохранении биологического и ландшафтного разнообразия принадлежит ООПТ, и на территории Дрогичинского района они занимают 14,1 % его площади (более 25 тыс. га), включая три республиканских заказника – «Споровский», «Званец» и «Радостовский», а также два памятника природы – кария овальная «Брашевичская» и «Белинский дуб» (рисунок).

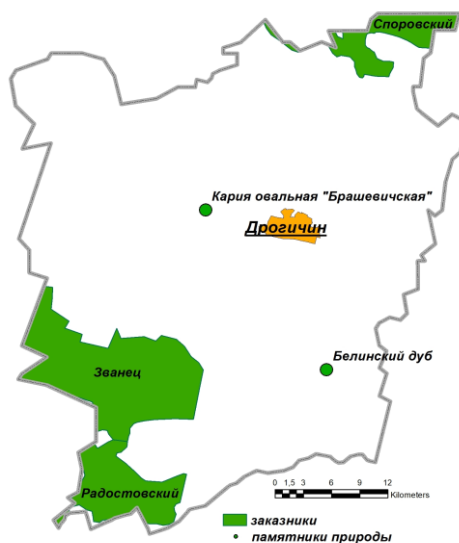


Рисунок – ООПТ Дрогичинского района

Республиканский биологический заказник «Споровский» образован с целью сохранения уникальных мезотрофных низинных болот, эталонных участков болотно-луговых и лесных угодий с комплексами редких и исчезающих видов растений и животных, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь. Первая территория в Республике Беларусь, получившая международный статус охраны Рамсарского угодья и статус территории, важной для птиц. Заказник включен в Изумрудную сеть территорий

особого (общеевропейского) природоохранного значения. Представляет собой крупнейший массив низинных болот Полесья, который является уникальным по площади и естественной сохранности для Центральной части Европы. Идеальное место для бердвочеров – любителей наблюдать за птицами. Место обитания крупнейшей в Европе колонии вертлявой камышевки, которая насчитывает свыше 2 тыс. поющих самцов [1].

На территории заказника функционируют экотропа «В краю вертлявой камышевки» (1,5 км), водный маршрут «По Ясельде-реке» (25 км), пешеходный маршрут «Уникальное озеро Споровское» (6 км).

Республиканский биологический заказник «Званец» преобразован в республиканский ландшафтный заказник «Званец» в целях сохранения в естественном состоянии уникальной природной экосистемы низинного болота Званец, диких животных и дикорастущих растений, относящихся к видам, включенным в Красную книгу Республики Беларусь, а также их мест обитания и произрастания. Преобладают торфяные почвы. Около 74 % территории занимают низинные болота, 7,4 % – леса. Заказнику присвоены статусы водно-болотного угодья международного значения (Рамсарской территории) и ключевой орнитологической территории. Место обитания видов птиц, находящихся под угрозой глобального исчезновения: вертлявой камышевки (на территории заказника обитает одна из самых крупных популяций в Европе), большого подорлика и коростеля. На территории болота проживает одна из крупнейших популяций черного аиста. В настоящее время можно посетить экологические тропы «Тайны мира растений» (2 км) и «Сокровища болота Званец» (2 км) [2].

На территории заказника «Радостовский» находятся основные места произрастания редких видов растений: пыльцеголовника красного, скерды мягкой, зубянки клубненосной и др. Здесь также обитают болотная черепаха, гребенчатый тритон, полевой лунь и некоторые другие виды, включенные в Красную книгу Республики Беларусь [3].

Ботанический памятник природы республиканского значения кария овальная «Брашевичская» представляет собой экземпляр карии овальной возрастом 110 лет и высотой 24,9 м. Диаметр ствола на высоте 1,3 м составляет 54 см. Рядом произрастают береза, дуб, клен, лещина.

Ботанический памятник природы местного значения «Белинский дуб» имеет возраст более 200 лет, его высота – 26 м, окружность ствола – 1,95 м. Дуб интересен и тем, что находится на территории бывшего поместья Ожешко, где когда-то располагался шикарный усадебный дом.

Заключение. Таким образом, ООПТ в пределах Дрогичинского района занимают чуть более 14 % площади территории, что примерно соответствует среднему показателю по Брестской области. ООПТ представлены заказниками республиканского значения и памятниками природы.

Список использованной литературы

1. Республиканский биологический заказник «Споровский» // Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь : [сайт]. – URL: https://minpriroda.gov.by/ru/svg_map-ru/getElement/55/ (дата обращения: 25.02.2026).
2. Республиканский ландшафтный заказник «Званец» // Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь : [сайт]. – URL: https://minpriroda.gov.by/ru/svg_map-ru/getElement/53/ (дата обращения: 25.02.2026).
3. Радостовский // Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь : [сайт]. – URL: https://minpriroda.gov.by/ru/svg_map-ru/getElement/488/ (дата обращения: 25.02.2026).

К содержанию

УДК 373

С. Н. ЛЕШИК

Ляховичский район, Малогородищенская средняя школа
Ляховичского района

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПЕРВОНАЧАЛЬНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН

Актуальность. Согласно обновленной учебной программе по биологии (2025), одной из центральных задач современного школьного образования является не просто передача суммы знаний, а формирование у учащихся прочной экологической грамотности и осознанных навыков рационального природопользования [1; 2]. В условиях нарастающих глобальных вызовов биология становится тем фундаментом, на котором выстраивается ответственное отношение личности к окружающему миру. Однако педагогическая практика показывает, что зачастую усвоение экологических понятий носит поверхностный, декларативный характер: школьники могут воспроизвести определения из учебника, но не всегда способны применить их для анализа реальных ситуаций в природе.

Для преодоления этого разрыва между теорией и практикой необходимо активное внедрение в образовательный процесс элементов учебно-исследовательской деятельности. Именно самостоятельный научный поиск позволяет учащимся перейти от пассивного запоминания фактов к активному выявлению сложных причинно-следственных связей в системе «организм – среда». В этом контексте использование методов биоиндикации на уроках биологии выступает высокоэффективным методическим приемом. Биоиндикация позволяет сделать невидимые экологические

угрозы, такие как химическое загрязнение почв или засоление водной среды, визуально осязаемыми [3].

Наблюдая за живыми откликами биоиндикаторов на антропогенное воздействие, учащиеся получают неоспоримые доказательства уязвимости биосферы. Такой подход не только углубляет предметные знания об экологии и физиологии растений, но и развивает критическое мышление, формирует навыки научного наблюдения и статистической обработки данных. В конечном итоге исследовательская работа с использованием доступных тест-объектов (например, кресс-салата) превращает абстрактные экологические нормы в глубоко личные убеждения будущих граждан, что полностью соответствует целям непрерывного воспитания и современным образовательным стандартам.

Цель – теоретически обосновать и разработать методические рекомендации по внедрению экологического эксперимента в процесс изучения биологии в 6–7 классах для формирования первичных экологических компетенций.

Материалы и методы. Базой исследования послужили содержание учебной программы для 6–9 классов и результаты педагогического наблюдения за проектной деятельностью учащихся. В качестве инструмента формирования практических умений использована методика оценки фитотоксичности среды с применением тест-объекта *Lepidium sativum* L.

Результаты исследований. Анализ учебной программы позволил определить оптимальные содержательные точки для включения экологического эксперимента.

В 6 классе при изучении темы «Корень» (вопросы внешнего и внутреннего строения, функции корня) методически целесообразно проведение краткосрочного опыта по проращиванию семян в условиях солевого стресса. Это позволяет наглядно продемонстрировать учащимся чувствительность корневых волосков и зон роста к химическому составу почвенного раствора. Сравнение длины корней проростков в контроле и в растворах NaCl (0,2–0,5 М) помогает реализовать требование программы по формированию умений проводить наблюдения и фиксировать результаты.

В 7 классе в рамках раздела «Растения» (тема «Растения и среда обитания») данный эксперимент расширяется до полноценного экологического мониторинга. Учащиеся могут исследовать пробы снега или почвы, взятые вблизи автодорог, оценивая степень их засоления по морфометрическим параметрам проростков. Такой подход соответствует установленным программой требованиям к результатам учебной деятельности: учащиеся должны уметь объяснять влияние факторов среды на организмы и приводить примеры антропогенного воздействия на природу.

Методическая новизна предлагаемого подхода заключается в сочетании классического морфометрического анализа с обсуждением современных способов защиты растений. Демонстрация того, как высокие концентрации соли ингибируют рост корня (на 60–90 %), логично подводит учащихся к изучению роли биостимуляторов. Упоминание брассиностероидов как экологически безопасных регуляторов роста [4] позволяет сформировать у школьников представление о наукоемких методах охраны окружающей среды.

Такая организация учебного процесса способствует переходу от когнитивного уровня (знание определений) к деятельностному (умение проводить экологическую диагностику). Статистический анализ качества знаний учащихся в экспериментальных группах показал рост интереса к предмету и более глубокое понимание темы «Экологические факторы» по сравнению с контрольными группами.

Заключение. Таким образом, методически грамотное и системное включение биоиндикационных опытов в структуру уроков биологии в 6–7 классах выступает действенным инструментом реализации современных образовательных стандартов. Внедрение подобных практик обеспечивает полное выполнение требований учебной программы по формированию у учащихся основ экологической культуры, трансформируя теоретические постулаты в устойчивую систему ценностных ориентиров. Использование простых и доступных тест-объектов, таких как кресс-салат, делает процесс научного исследования понятным и прозрачным для школьника, что критически важно для поддержания познавательной мотивации в подростковом возрасте.

Более того, такая методическая работа закладывает фундамент для развития научного мировоззрения. Школьники учатся работать с контрольными и опытными группами, осваивают навыки объективного измерения и анализа статистических данных, что напрямую соответствует задачам развития исследовательских компетенций. В долгосрочной перспективе это способствует формированию экологического интеллекта – способности предвидеть последствия антропогенного воздействия на биосферу и принимать экологически обоснованные решения в повседневной и будущей профессиональной деятельности [5].

Интеграция подобных региональных исследований в школьный курс биологии не только повышает качество знаний по предмету, но и способствует патристическому воспитанию через заботу о состоянии окружающей среды родного края – Белорусского Полесья. Таким образом, исследовательская деятельность на уроках биологии становится связующим звеном между школьным образованием и реальными задачами охраны окружающей среды, стоящими перед обществом.

Список использованной литературы

1. Учебная программа по учебному предмету «Биология» для VI–IX классов учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования, с русским языком обучения и воспитания : утв. постановлением М-ва образования Респ. Беларусь от 29 июля 2025 г. № 132. – Мн. : Нац. ин-т образования, 2025. – 56 с.
2. Программа непрерывного воспитания детей и учащейся молодежи на 2026–2030 гг. : утв. постановлением М-ва образования Респ. Беларусь от 4 нояб. 2025 г. № 192. – Мн. : Нац. ин-т образования, 2025. – 8 с.
3. Организация проектной и исследовательской деятельности учащихся по биологии : метод. рекомендации / сост. И. В. Бульская. – Брест : БрГУ, 2024. – 42 с.
4. Лешик, С. Н. Роль брассиностероидов в устойчивости растений к стресс-факторам / С. Н. Лешик // Культурная и дикорастущая флора Белорусского Полесья : электрон. сб. материалов Респ. науч.-практ. конф. студентов, магистрантов и аспирантов, Брест, 14 нояб. 2024 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: Н. В. Шкуратова, А. С. Домась, М. В. Левковская. – Брест : БрГУ, 2024. – С. 87–89. – URL: <https://rep.brsu.by/handle/123456789/10272> (дата обращения: 12.01.2026).
5. Концепция экологического образования в Республике Беларусь / М-во образования Респ. Беларусь, М-во природ. ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь. – Мн. : БГУ, 2023. – 24 с.

К содержанию

УДК 57.044

С. Н. ЛЕШИК, Ю. С. СУКАЧ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научные руководители – И. В. Бульская, канд. биол. наук,

И. Д. Лукьянчик, канд. с.-х. наук, доцент

ФИТОТОКСИЧНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ РАСТВОРОВ ХЛОРИДА НАТРИЯ В ОТНОШЕНИИ ПРОЦЕССА ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН КРЕСС-САЛАТА (*LEPIDIUM SATIVUM* L.)

Актуальность. Широкое распространение засоления почв как природного, так и антропогенного характера, включая использование противогололедных реагентов и неправильное орошение, делают данную тему крайне актуальной.

Хлорид натрия нарушает водный баланс растений в силу высокого осмотического давления и приводит к физиологической засухе, ослабляет интенсивность протекания процессов биосинтеза белков, вызывает токсичность и разрушение уже имеющихся белковых комплексов [1]. Все это снижает урожайность сельскохозяйственных культур, оказывает негативное влияние на круговорот движения веществ, происходящий в почве [2].

В соответствии с вышеперечисленными последствиями кресс-салат является стандартным тест-объектом в фитотестировании благодаря высокой чувствительности к загрязнителям, быстрому прорастанию и наглядным морфометрическим характеристикам. Использование этой культуры позволяет эффективно и достоверно оценить солевое загрязнение, что востребовано для биомониторинга и своевременного прогнозирования урожайности на засоленных почвах [3].

Цель – оценить фитотоксичность различных концентраций раствора хлорида натрия для дальнейшего изучения протекторных свойств регуляторов роста растений стероидной природы с использованием кресс-салата (*Lepidium sativum* L.).

Материалы и методы. Объектом исследования служили семена кресс-салата (*Lepidium sativum* L.). Для приготовления растворов NaCl использовался реактив марки «ХЧ» (аналитической чистоты) и дистиллированная вода. Семена проращивались в растворах NaCl со следующими концентрациями: 0,2 М; 0,3 М; 0,4 М и 0,5 М. Контролем послужила дистиллированная вода.

Проращивание осуществлялось в термостате при температуре 20 °С в темноте на увлажненной фильтровальной бумаге. На 5-е сутки определяли морфометрические параметры. Оценивали длину побега (от основания гипокотилия до точки роста) и длину корня (от основания гипокотилия до кончика первичного корешка). Эксперимент включал три независимые биологические повторности, в каждой из которых анализировалось не менее 30 проростков. Статистическая обработка данных проводилась с расчетом средних значений [4].

Результаты исследований. В ходе эксперимента было установлено, что увеличение концентрации NaCl в растворе для предпосевной обработки ведет к выраженному дозозависимому ингибированию роста проростков *L. sativum*. Данные по влиянию различных концентраций соли на линейные размеры органов представлены на рисунке.

Анализ данных диаграммы показывает, что средняя длина побега в контроле составила 33,39 мм. При минимальной исследуемой концентрации соли (0,2 М) длина побега сократилась до 19,82 мм (59,3 % от контроля). При достижении максимальной концентрации в 0,5 М наблюдалось предельное угнетение роста – длина побега составила лишь 8,15 мм, что соответствует 24,4 % от контрольных значений.

Еще более выраженное влияние солевой стресс оказал на развитие корневой системы. Если в контрольной группе длина корня составляла 58,70 мм, то уже при 0,2 М NaCl она сократилась на 63,8 %, достигнув отметки 21,25 мм. При концентрации 0,5 М NaCl рост корня был

практически полностью подавлен: средняя длина составила всего 1,92 мм, что представляет собой снижение на 96,7 % относительно контроля.

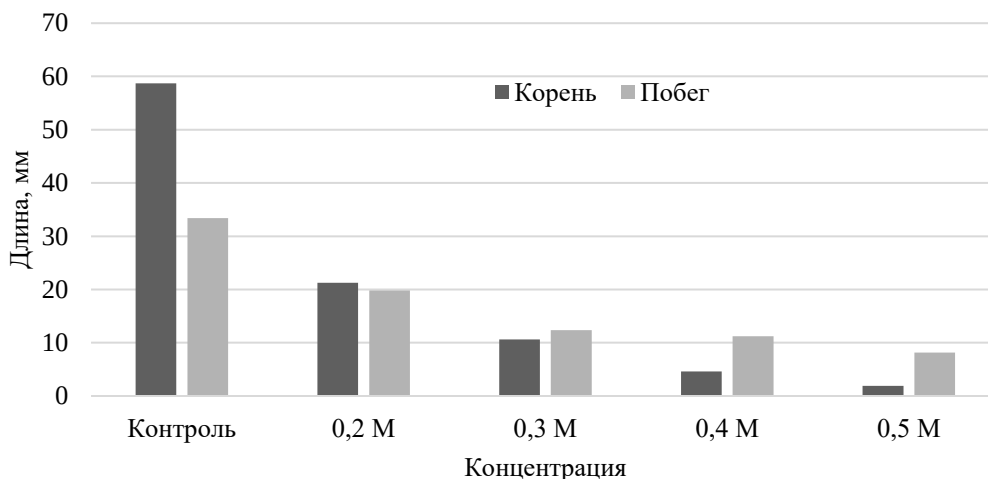


Рисунок – Влияние различных доз хлорида натрия на прорастание семян кресс-салата

Такая высокая чувствительность корня объясняется тем, что он является первым органом, вступающим в непосредственный контакт с засоленной средой и принимающим на себя основной осмотический и ионный удар. Осмотический стресс затрудняет водопоглощение, критически важное на этапе проклевывания семени, а накопление ионов Na^+ и Cl^- вызывает нарушение целостности мембран и ингибирование метаболических процессов. Повреждение корня лишает проросток возможности эффективно поглощать питательные вещества, что вторично тормозит развитие надземной части.

Полученные результаты количественно характеризуют пороги чувствительности *L. sativum* к засолению в условиях предпосевной обработки и могут быть использованы для оценки адаптивного потенциала растений.

Заключение. Таким образом, предпосевная обработка семян *Lepidium sativum* L. растворами NaCl оказывает глубокое ингибирующее воздействие на начальные этапы онтогенеза. Установлено, что корневая система проявляет значительно более высокую чувствительность к солевому стрессу по сравнению с побегом на всех исследованных концентрациях. Наиболее выраженное угнетение ростовых процессов (на 75,6 % для побега и на 96,7 % для корня) зафиксировано при концентрации NaCl 0,5 М. Данные исследования могут служить базой для разработки агротехнических приемов, направленных на повышение устойчивости сельскохозяйственных культур к почвенному засолению.

Список использованной литературы

1. Гарбуз, Т. С. Изменение всхожести и морфометрических показателей проростков кресс-салата в условиях засолённости в лабораторном опыте / Т. С. Гарбуз // Прикладные вопросы точных наук : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов, преподавателей, г. Армавир, 13–14 нояб. 2020 г. – URL: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://s.esrae.ru/pvtn/pdf/2020/4\(2\)/205](chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://s.esrae.ru/pvtn/pdf/2020/4(2)/205) (дата обращения: 10.02.2026).

2. Чипурных, Е. В. Изменение морфометрических показателей *Lepidium sativum* L. под влиянием некоторых почвенных добавок в условиях засоления / Е. В. Чипурных // Мониторинг и охрана окружающей среды : электрон. сб. материалов Респ. науч.-практ. конф. студентов, магистрантов, аспирантов, Брест, 24 марта 2025 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: А. С. Домась, Н. В. Шкуратова, М. В. Левковская. – Брест : БрГУ, 2025. – С. 129–132. – URL: (дата обращения: 10.02.2026).

3. Хрипач, В. А. Брассиностероиды / В. А. Хрипач, Ф. А. Лахвич, В. Н. Жабинский. – Мн. : Навука і тэхніка, 1993. – 287 с.

4. Шуканов, В. П. Гормональная активность стероидных гликозидов растений / В. П. Шуканов, А. П. Волынец, С. Н. Полянская. – Мн. : Бел. навука, 2012. – 244 с.

К содержанию

УДК 595.799

М. А. ЛОМАКО

Минск, БГУ

Научный руководитель – Д. О. Коротеева, старший преподаватель

ШМЕЛИ (*BOMBUS* LATR.) – ПОСЕТИТЕЛИ СОЦВЕТИЙ ЦИННИИ ИЗЯЩНОЙ (*ZINNIA ELEGANS*) В ЗЕЛЕНых НАСАЖДЕНИЯХ Г. ЛУНИНЦА

Актуальность. Высадка различных насекомоопыляемых растений в парковой зоне привлекает антофильных насекомых, обеспечивая их ценными пищевыми ресурсами. Шмели (*Bombus* Latr.) – одни из самых широко распространенных и эффективных опылителей цветковых энтомофильных растений [1]. Анализ структуры сообществ посетителей соцветий различных декоративных растений дополнит имеющиеся данные о трофических связях, выстраивающихся между этими растениями и аборигенными антофильными насекомыми.

Цель – выявление таксономической структуры комплексов шмелей (*Bombus* Latr.) – посетителей соцветий декоративных растений в зеленых насаждениях г. Лунина.

Материалы и методы. В качестве модельного вида растений нами была выбрана цинния изящная (*Zinnia elegans* Jacq.), активно высаживаемая для озеленения парковых зон. Это однолетнее растение семейства

Астровые (Asteraceae) мексиканского происхождения. Высота побегов составляет 20–80 см (до 1 м у некоторых сортов). Листья удлинено-овальные, сидячие. Соцветие – корзинка диаметром до 10 см; язычковые цветки крупные, трубчатые – мелкие. Окраска белая, желтая, оранжевая, красная, фиолетовая, лиловая. Цветет в июле – сентябре [2].

Сбор материала проводился в летний период в сквере привокзальной площади г. Луинца. Насекомые были собраны вручную и в дальнейшем смонтированы в энтомологическую коллекцию. Для идентификации таксономической принадлежности перепончатокрылых насекомых использовали соответствующий определитель [3].

Результаты исследований. Относительное обилие рассматриваемых в работе видов шмелей было оценено с использованием пятибалльной логарифмической ограниченной сверху шкалы, предложенной Ю. А. Песенко [4]. При соответствующих объемах сборов пороговые значения для разграничения видов по соответствующим классам представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Логарифмическая шкала для разграничения групп видов перепончатокрылых по уровню относительного обилия

Балл, a	Граница интервала класса	
	нижняя, $n(a)_{\min}$	верхняя, $n(a)_{\max}$
1 (единичный вид)	1	2
2 (малочисленный вид)	3	5
3 (обычный вид)	6	11
4 (многочисленный вид)	12	23
5 (доминантный вид)	24	51

На соцветиях циннии изящной (*Zinnia elegans* Jacq.) нами было зарегистрировано 51 имаго шмелей, принадлежащих к 7 видам. Структура рассматриваемого комплекса, а также отнесение видов к соответствующим классам обилия по выстроенной нами шкале отражены в таблице 2.

Таблица 2 – Структура комплекса шмелей – посетителей соцветий циннии изящной (*Zinnia elegans* Jacq.)

Вид	Количество особей, шт.	Классы по уровню обилия
<i>Bombus humilis</i> Illiger	5	2
<i>Bombus hypnorum</i> L.	4	
<i>Bombus laesus</i> Morawitz	1	1
<i>Bombus lapidarius</i> L.	1	
<i>Bombus pascuorum</i> Scop.	7	3
<i>Bombus terrestris</i> L.	33	5

Исходя из полученных данных, на территории сквера привокзальной площади г. Лунина обнаружено значительное количество земляных шмелей *B. terrestris* L. (5-й класс обилия, доминирующий вид). Присутствие и обилие в рассматриваемой выборке шмелей этого вида, вероятно, обусловлено склонностью этих шмелей к доминированию в комплексах посетителей соцветий энтомофильных растений [5]. Ввиду присутствия доминантного вида очевидно, что в выборке отсутствуют многочисленные виды и присутствует всего один обычный вид (*Bombus pascuorum* Scop.). Ко 2-му классу обилия (малочисленные виды) относились представленные незначительным количеством особей *Bombus humilis* Illiger.

В единичном количестве в выборке отражены представители видов *Bombus laesus* Morawitz, *Bombus lapidarius* L. Представители этих видов широко распространены на территории Беларуси, поэтому полученные результаты, возможно, указывают на отсутствие гнезд шмелей этих видов вблизи точек сбора материала.

Таким образом, было установлено, что цинния изящная привлекательна для шмелей в качестве кормового ресурса. Исходя из полученных данных, можно предположить, что растения этого вида являются удачным вариантом для озеленения парковых зон и привлечения опылителей для более эффективного опыления других цветковых растений на этих территориях.

Список использованной литературы

1. Радченко, В. Г. Биология пчел (Hymenoptera, Apoidea) / В. Г. Радченко, Ю. А. Песенко. – СПб. : ЗИН, 1994. – 350 с.
2. Кузичев, О. Б. Изучение морфологических параметров и декоративных качеств сортообразцов циннии изящной / О. Б. Кузичев, Н. Ю. Кузичева // Наука и образование. – 2024. – Т. 7, № 4. – С. 62–69.
3. Feldbestimmungsschlüssel für die Hummeln Österreichs, Deutschlands und der Schweiz (Hymenoptera, Apidae) / J. Gokcezade, B.-A. Gereben-Krenn, J. Neumayer, H. Krenn // Linzer biologische Beiträge. – 2010. – Vol. 42, № 1. – P. 5–42.
4. Песенко, Ю. А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях / Ю. А. Песенко. – М. : Наука, 1982. – 287 с.
5. Long-term data shows increasing dominance of *Bombus terrestris* with climate warming / L. Herbertsson, R. Khalaf, K. Johnson [et al.] // Basic and Applied Ecology. – 2021. – Vol. 53. – P. 116–123.

К содержанию

УДК 598.261:502.2

М. А. ЛУКЬЯНЧИК

аг. Каменюки, Национальный парк «Беловежская пуца»

СОВРЕМЕННЫЙ СТАТУС ГЛУХАРЯ *TETRAO UROGALLUS* НА ТЕРРИТОРИИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «БЕЛОВЕЖСКАЯ ПУЩА»

Актуальность. Беловежская пуца – старейшая в Беларуси особо охраняемая природная территория (далее – ООПТ), однако, несмотря на то, что охране представителей охотничьей фауны на здешних землях всегда уделялось особое внимание, к настоящему времени представители семейства тетеревиных являются единственными аборигенными позвоночными животными этого лесного массива, по которым проводился долгосрочный мониторинг. Его результаты показывают, что наиболее тревожная ситуация сложилась с обитающим на территории Беловежской пуцы западноевропейским подвигом глухаря (*Tetrao urogallus major* Brehm, 1831), численность которого резко сократилась за последние полвека.

Отрицательная тенденция прослеживается не только на территории Беларуси, но и в Европе в целом (вид включен в национальные Красные книги более десяти стран Европы) [1]. За счет своей чувствительности к даже незначительным изменениям параметров окружающей среды глухарь служит одним из лучших индикаторов благополучного состояния экосистем, в которых обитает. К сожалению, исследований, направленных на изучение тетеревиных Беловежской пуцы, в частности глухаря, не проводилось уже около 20 лет, что делает актуальными исследования состояния его популяции в национальном парке.

Цель – определить современный статус глухаря *Tetrao urogallus* на территории Национального парка «Беловежская пуца», численность которого за последние десятилетия в пуце резко снизилась до критической.

Материалы и методы. Научные исследования проводились на территории Национального парка «Беловежская пуца» в течение 2025 г. Для максимального охвата периода наибольшей активности тетеревиных птиц большинство учетов были выполнены с 1 марта по 20 июня ранним утром (за 2–3 ч до восхода солнца и до 2–3 ч после) и поздним вечером (за 1–2 ч до захода солнца и вплоть до полной темноты). В дни с абсолютно неблагоприятными погодными условиями учетные мероприятия не проводились.

Для определения статуса глухаря было выполнено 10 учетов на токах, а также 67 маршрутных учетов общей протяженностью более

500 км в 16 лесничествах: Бровском, Свислочском, Порозовском, Язвинском, Ощепском, Новоселковском, Новодворском, Хвойникском, Сухопольском, Королево-Мостовском, Никорском, Белянском, Дмитривичском, Пашуковском, Ясеньском, Речицком [2–4].

Анализ и геообработка материала, а также создание базы данных по глухарю на территории Национального парка «Беловежская пуща» выполнены с использованием приложения ArcGiS. Сбор данных о географической привязке точек, а также запись треков осуществлялись через мобильное приложение LocusMap.

Также проводился анализ динамики численности глухаря на территории Беловежской пущи за 137-летний период, начиная с 1888 г., с использованием отчетной документации и публикаций [1; 5; 6].

Результаты исследований. С начала XX в. численность активно токующих глухарей в Беловежской пуще с более чем 1000 особей резко сократилась к началу XXI в., и в разные годы 2000-х она варьировала от 12 до 23 птиц. Тока в данный период располагались единично, а также 44 % из них носили непостоянный характер и относились к временным [5]. По результатам учетов 2010–2018 гг., численность токующих глухарей сократилась с 14 до 1, а последний достоверно учтенный самец был зарегистрирован в Ясеньском лесничестве весной 2018 г. (более 7 лет назад). Встречи с представителями данного вида в течение последующих лет проходили исключительно на уровне слухов и предположительных встреч местными жителями, что ставит под сомнение его обитание на данной территории.

Для определения современного статуса глухаря на территории Национального парка «Беловежская пуща» в 2025 г. были проведены учеты на пригодных для его обитания территориях. Основной акцент был сделан на обнаруженных за последние десять лет токах, а также ранее известных местах и перспективных участках подходящих биотопов для обитания вида. По итогам учета 2025 г. наличие птиц, а также следы их жизнедеятельности обнаружены не были.

Следует отметить, что только один из десяти известных в Беловежской пуще токов за последние 10 лет располагался вне заповедной зоны (зона регулируемого пользования), однако это не поспособствовало сохранению популяции глухаря по причине интенсивной деградации мест обитания, а также чрезмерного количества копытных животных на данных территориях.

Деградация мест обитания связана с довольно большим комплексом факторов. В частности, после проверки было выяснено, что места ранее известных токов в кварталах 7, 8, 45, 46, 96, 138, 169, 173, 815 и др. в настоящее время покрыты зарослями тростника и ивы, а в кварталах

138, 163, 164, 238-269-270, 297-298, 771, 874-875 и др. – зарослями багульника. Также к сокращению пригодных мест обитания приводит довольно интенсивное зарастание открытых участков сосновых боров елью обыкновенной.

Что касается отрицательного влияния копытных животных на популяцию глухаря в Беловежской пуще, то следует отметить наличие большого количества троп, экскрементов и иных следов жизнедеятельности копытных в местах его токования и выводковых стаций. Анализ динамики численности оленя, кабана и глухаря на территории Беловежской пущи с момента ближайшего пика численности последнего (около 60 лет назад) показал достоверно значимую тенденцию к сокращению численности птиц на фоне увеличения числа копытных.

Заключение. Таким образом, в результате анализа научных материалов и отчетной документации за 1888–2024 гг. и проведенных исследований в 2025 г. было установлено, что с момента ближайшего пика (около 60 лет назад) численность глухаря *Tetrao urogallus major* в Беловежской пуще сократилась примерно в 30 раз, а за период исследований в течение 2025 г. на территории Национального парка «Беловежская пуща» данный вид и вовсе выявлен не был. Последняя достоверная регистрация одного токующего самца датируется весной 2018 г. (более 7 лет назад), а встречи глухаря местными жителями в течение последующих лет следует относить к предположительным, что ставит под сомнение его обитание на данной территории с присвоением статуса CR (PE) – возможно исчезнувший.

Список использованной литературы

1. Черкас, Н. Д. Современное состояние, многолетняя динамика и факторы, определяющие численность тетеревиных птиц (Tetraonidae) на территории Беловежской пущи : дис. ... канд. биол. наук : 03.00.08 / Черкас Николай Данилович. – М., 2009. – 176 л.
2. Карпович, В. Н. Учет численности боровой дичи маршрутным способом на больших площадях / В. Н. Карпович // Организация и методы учета птиц и вредных грызунов. – М. : МГУ, 1963. – С. 12–19.
3. Семенов-Тянь-Шанский, О. И. Экология тетеревиных птиц / О. И. Семенов-Тянь-Шанский // Труды Лапландского государственного заповедника. – М., 1959. – Вып. V. – С. 124–186.
4. Теплов, В. П. Глухарь в Печоро-Илычском заповеднике / В. П. Теплов // Труды Печоро-Илычского государственного заповедника. – М., 1947. – Вып. 4, ч. 1. – С. 3–76.
5. Дацкевич, В. А. Численность тетеревиных птиц в Беловежской пуще и факторы, влияющие на ее изменения / В. А. Дацкевич, В. А. Вакула // Заповедники Белоруссии: Исследования. – Мн., 1980. – Вып. 4. – С. 91–100.
6. Гаврин, В. Ф. Глухариный ток / В. Ф. Гаврин // Охота и охотничье хозяйство. – 1964. – № 4. – С. 18–19.

К содержанию

УДК 338.48

А. Ю. МАРТЫСЮК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ЭКОЛОГИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТЕМЫ «ГАЛОГЕНЫ»

Актуальность. Экологические проблемы представляют собой ключевой элемент содержания химического образования. Необходимо осознавать и разбирать структуру и свойства различных элементов, а также оценивать последствия и проблемы, которые могут возникнуть в результате их взаимодействия с различными веществами.

Цель исследования – разработать информационную инфографику, визуализирующую экологические аспекты тем «Галогены» и «Металлы».

Материалы и методы. Материалом исследования является учебное пособие «Химия» для учащихся 9 класса учреждений общего среднего образования в Республике Беларусь. Применялись методы анализа, приемы графической инфографики, визуализация данных.

Результаты исследований. Изучение предмета «Химия» в 9 классе начинается с повторения изученного материала за 8 класс, включая основные классы неорганических соединений, строение атома, периодический закон, химическую связь. Далее в программу вводятся новые разделы: «Растворы», «Теория электролитической диссоциации», «Неметаллы» и «Металлы». Особое внимание уделяется химии элементов, поскольку глубокое понимание их свойств и структуры обеспечивает безопасную работу с веществами [1].

Программа по учебному предмету «Химия» в 9 классе рассчитана на 68 часов. При этом элементов экологии при изучении данного предмета достаточно мало. На наш взгляд, одной из ключевых тем в области экологии является тема «Галогены». Это связано с их значительным токсичным воздействием на окружающую среду, здоровье человека и экосистемы.

Галогены – группа химических элементов, включающая фтор, хлор, бром, йод и астат, которые представляют собой мощные реагенты, широко используемые в различных отраслях промышленности. Галогены оказывают существенное токсичное влияние на окружающую среду, вызывая разрушение озонового слоя, кислотные дожди, загрязнение воды, различные респираторные заболевания, кожные и глазные поражения, оказывают также канцерогенное действие. При изучении данной темы

мы предлагаем использовать инфографику, которая поможет узнать больше о галогенах (рисунок 1).



Рисунок 1 – Инфографика с процессно-иерархической структурой: токсичное воздействие галогенов

Еще один значимый аспект, который не рассматривается в рамках изучения раздела «Химия элементов», – это воздействие тяжелых металлов на окружающую среду, здоровье человека и экосистемы.

Тяжелые металлы, являясь природными компонентами земной коры, в результате антропогенной деятельности концентрируются в окружающей среде, приобретая тем самым токсичный характер. Наглядно данная тема представлена на рисунке 2.



Рисунок 2 – Инфографика с процессно-иерархической структурой: токсичное воздействие тяжелых металлов

Заключение. Разработанная инфографика с процессно-иерархической структурой является важным шагом в направлении повышения экологической грамотности и формирования устойчивого подхода к химическому образованию, что является актуальной задачей современности. Дальнейшие исследования в данной области могут способствовать глубокому осмыслению проблем экологии и безопасности, связанных с использованием химических веществ в различных сферах деятельности.

Список использованной литературы

1. Химия : учеб. пособие для 9-го кл. учреждений образования, реализующих образоват. программы общ. сред. образования, с рус. яз. обучения и воспитания / И. Е. Шиманович, Е. И. Василевская, А. В. Зураев [и др.] ; под ред. И. Е. Шимановича. – 2-е изд., перераб. – Мн. : Адукацыя і выхаванне, 2025. – 288 с.

К содержанию

УДК 543.32, 543.33

Д. В. МАРЧУК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЖЕСТКОСТИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ Г. ПИНСКА В ОСЕННИЙ И ЗИМНИЙ ПЕРИОДЫ (РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ, БРЕСТСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Актуальность. Жесткость питьевой воды обусловлена содержанием кальция и магния, которые зависят от состава пород водоносного слоя (известняки или доломиты). Длительное употребление жесткой воды может нарушать водно-солевой баланс, создавать нагрузку на почки и влиять на желудочно-кишечный тракт.

Цель – сравнить содержание катионов кальция и магния и общую жесткость питьевой воды в микрорайонах Альбрехтово, Бежавщина, Верасы, Западный, Луги и Северный г. Пинска в осенний и зимний периоды 2025 г.

Материалы и методы. В качестве объектов исследования использовали пробы водопроводной воды микрорайонов г. Пинска (рисунок 1).



Рисунок 1 – Точки отбора проб питьевой воды для анализа (г. Пинск)

В процессе исследования для определения содержания катионов кальция (Ca^{2+}) и магния (Mg^{2+}) в питьевой воде использовался комплексонометрический метод титрования, который основан на образовании комплексов между ионами металлов и комплексонами, что обеспечивает сопоставимость результатов.

Результаты исследования. На рисунке 2 представлены результаты экспериментальных исследований по содержанию ионов кальция в питьевой воде микрорайонов г. Пинска в зимний и осенний периоды 2025 г.

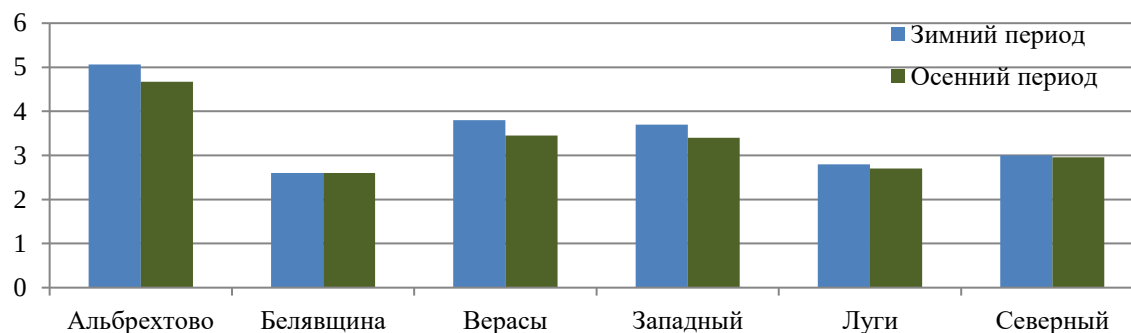


Рисунок 2 – Содержание ионов кальция в питьевой воде

В зимний период концентрация ионов кальция варьируется от 2,6 до 5,06 мг-экв/л. Максимальное значение зафиксировано в микрорайоне Альбрехтово (5,06 мг-экв/л), минимальное – в Бежавщине (2,6 мг-экв/л).

В осенний период содержание кальция составляет 2,6–4,67 мг-экв/л. По сравнению с осенними данными в зимний период наблюдается увеличение концентрации кальция в большинстве микрорайонов. Так, в Альбрехтово показатель возрастает с 4,67 до 5,06 мг-экв/л, в микрорайоне Верасы – с 3,45 до 3,8 мг-экв/л, в Западном – с 3,4 до 3,7 мг-экв/л, в Лугах – с 2,7 до 2,8 мг-экв/л, в Северном – с 2,96 до 3,0 мг-экв/л. В Бежавщине показатель остается неизменным (2,6 мг-экв/л).

На рисунке 3 представлены результаты исследований по содержанию ионов магния в питьевой воде микрорайонов г. Пинска в зимний и осенний периоды 2025 г. Осенью концентрация магния составляет 0,06–0,743 мг-экв/л. В зимний период диапазон увеличивается до 0,20–0,81 мг-экв/л. Во всех исследованных микрорайонах наблюдается рост содержания магния.

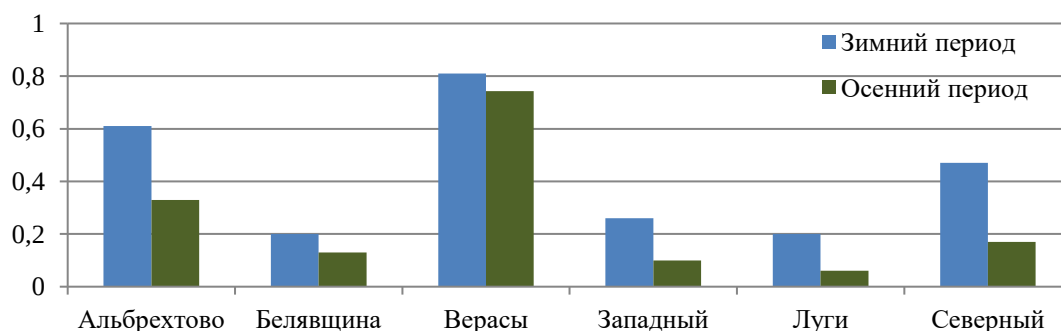


Рисунок 3 – Содержание ионов магния в питьевой воде

На рисунке 4 представлены результаты исследований общей жесткости питьевой воды микрорайонов г. Пинска в зимний и осенний периоды 2025 г.

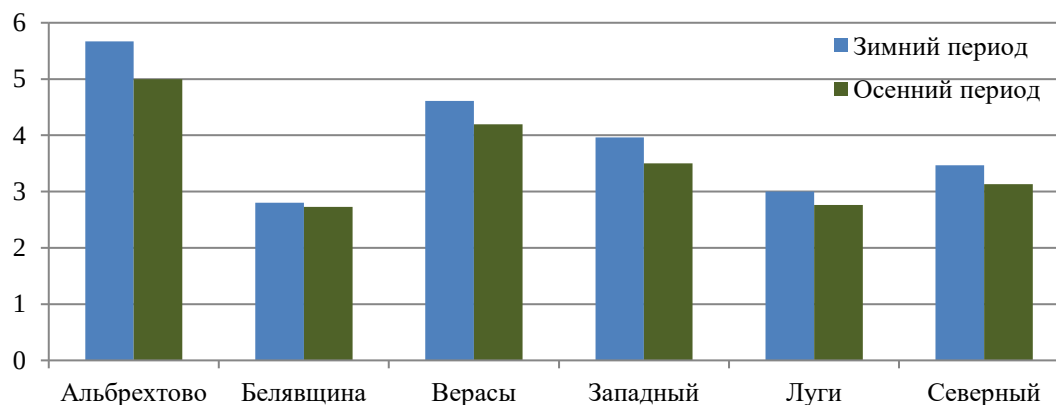


Рисунок 4 – Общая жесткость питьевой воды

В осенний период значения общей жесткости варьируются от 2,73 до 5,0 ммоль/л. В зимний период диапазон увеличивается до 2,8–5,67 ммоль/л. Во всех микрорайонах отмечается рост показателя общей жесткости.

Наиболее значительное увеличение наблюдается в Альбрехтово (с 5,0 до 5,67 ммоль/л). В Верасах показатель возрастает с 4,193 до 4,61 ммоль/л, в Западном – с 3,5 до 3,96 ммоль/л, в Лугах – с 2,76 до 3,0 ммоль/л, в Северном – с 3,13 до 3,47 ммоль/л, в Бежавщине – с 2,73 до 2,8 ммоль/л.

Заключение. 1. Экспериментально установлено, что зимой в г. Пинске содержание кальция и магния выше, чем осенью.

2. Во всех исследованных микрорайонах зимняя жесткость превышает осеннюю. Максимум отмечен в Альбрехтово, минимум – в Бежавщине. В целом вода в городе мягкая или умеренно жесткая, но зимой заметна тенденция к росту минерализации.

3. Рост жесткости зимой обусловлен сокращением притока мягких поверхностных вод. Доля подземных вод, насыщающихся кальцием и магнием при контакте с горными породами, возрастает, что ведет к увеличению концентрации солей.

4. Сезонные факторы влияют на химический состав воды: зимний рост жесткости вызван повышением концентрации ионов кальция и магния из-за изменения режима питания водоисточников.

К содержанию

УДК 37.022:574

А. В. МЕЛЮХ

Брест, средняя школа № 11 г. Бреста

Научный руководитель – О. В. Корзюк, старший преподаватель

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНЦИИ УЧАЩИХСЯ НА УРОКАХ ХИМИИ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОЙ ШКОЛЫ

Актуальность. Современная экологическая ситуация в мире характеризуется возрастанием антропогенной нагрузки на биосферу, изменением климата, накоплением отходов и химическим загрязнением окружающей среды. В этих условиях система образования Республики Беларусь рассматривает экологическое образование как приоритетное направление, интегрированное в концепцию устойчивого развития [1, с. 382]. Экологическая компетентность обучающихся выступает сегодня интегративным показателем качества образования, поскольку отражает не только объем усвоенных знаний, но и способность применять их в реальных жизненных ситуациях.

Особая роль в этом процессе принадлежит химии как науке, изучающей состав, строение и превращения веществ. Именно химия позволяет понять механизмы загрязнения окружающей среды, пути миграции токсинов и методы очистки, формируя у школьников научно обоснованное экологическое мышление.

Цель – теоретически обосновать и раскрыть методические аспекты формирования экологической компетенции учащихся на уроках химии с учетом особенностей современных школьников и системы образования Республики Беларусь.

Материалы и методы. Анализ новейших научно-методических и учебных разработок в области химического образования, литература по методике обучения химии, нормативные документы, регламентирующие образовательную деятельность в школе.

Результаты исследования. В современной педагогической науке экологическая компетенция определяется как ключевая, которая выступает ориентиром для школьника в современном обществе и условием его успешной социализации, позволяя осознавать и реализовывать роль человека как конструктивного связующего звена между социокультурной и природной системами [2, с. 288].

Структура экологической компетенции представляет собой иерархическую систему взаимозависимых элементов: *экологическая грамотность*

(базовый уровень владения знаниями), *экологическое мышление* (способность анализировать явления с точки зрения их влияния на природу), *экологическое сознание* (система отношений человека к природе) и *экологическая культура* (высший уровень, проявляющийся в повседневном экологически целесообразном поведении).

Современные школьники (*поколения Z* и «*альфа*») характеризуются клиповым мышлением, высокой цифровой компетентностью, прагматичностью и эмоциональной вовлеченностью в глобальные проблемы через социальные сети. Это требует пересмотра традиционных методов преподавания в сторону большей интерактивности и визуализации.

В Республике Беларусь сформирована нормативная база экологического образования, основанная на Концепции непрерывного воспитания, принципах образования для устойчивого развития и междисциплинарном подходе [3, с. 95]. Эффективное экологическое образование в Республике Беларусь строится на междисциплинарности и использовании цифровых технологий, а молодежь проявляет высокую восприимчивость к экологическим проблемам, однако нуждается в инструментах для их практического решения [3, с. 101].

С учетом специфики предмета «Химия» и особенностей современных учащихся формирование экологической компетенции может осуществляться через следующие методические подходы.

Интеграция экологического содержания в учебные темы. Школьный курс химии обладает значительным экологическим потенциалом. Практически каждая тема может быть дополнена экологическим аспектом (таблица).

Таблица – Интеграция экологического содержания в курс химии

Класс	Тема урока	Экологический аспект
7 класс	Кислород. Оксиды	Роль кислорода в природе; защита озонового слоя; проблема лесных пожаров
8 класс	Вода. Растворы	Проблема чистой воды; эвтрофикация водоемов; методы очистки воды
9 класс	Металлы	Тяжелые металлы как загрязнители; проблемы добычи и переработки
9 класс	Неметаллы	Парниковый эффект (CO_2 , CH_4); токсичность соединений серы, фосфора
10 класс	Углеводороды	Нефтяные загрязнения; альтернативные виды топлива
11 класс	Удобрения	Эвтрофикация; проблемы применения минеральных удобрений

Для современных школьников наиболее эффективны методы, предполагающие их активное участие. Особого внимания заслуживает

кейс-метод (проблемное обучение). Решение ситуационных задач экологического содержания позволяет сформировать экологическое мышление и ценностное отношение к окружающему миру [4, с. 27].

Пример кейса. «В районе города расположен завод по производству минеральных удобрений. Жители жалуются на запах и гибель растительности. Какие вещества могут быть причиной? Предложите методы мониторинга и способы решения проблемы».

Важную роль также играет вовлечение учащихся в реальные **исследования (проектная деятельность)**. Например, определение содержания нитратов в овощах, выращенных на пришкольном участке, или анализ pH водопроводной воды формируют не только предметные знания, но и опыт практической деятельности.

Заключение. Таким образом, формирование экологической компетенции на уроках химии в современной белорусской школе представляет собой многоаспектный процесс, требующий опоры на теоретические модели структуры компетенции, учета психологических особенностей современных учащихся, интеграции экологического содержания в программный материал, использования активных методов обучения (кейсы, проекты, цифровые инструменты) и ориентации на личную вовлеченность школьников. Химия как учебный предмет обладает уникальным потенциалом для раскрытия механизмов взаимодействия человека и природы, а значит, играет ключевую роль в формировании экологически грамотной и ответственной личности.

Список использованной литературы

1. Кастелей, А. С. Экологическая компетентность обучающихся как интегративный показатель качества обучения / А. С. Кастелей, Н. С. Сологуб // Современные проблемы естествознания в науке и образовательном процессе : сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 23 нояб. 2023 г. / Бел. гос. пед. ун-т ; редкол.: Н. С. Сологуб [и др.] ; отв. ред. Н. С. Сологуб. – Мн. : БГПУ, 2024. – С. 381–390.
2. Кишко, А. А. Формирование экологической компетенции учащихся в системе актуальных задач современной школы / А. А. Кишко // Диверсификация педагогического образования в условиях развития информационного общества : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию Бел. гос. ун-та, Минск, 19 нояб. 2021 г. / Бел. гос. ун-т ; редкол.: Д. Г. Медведев (гл. ред.) [и др.]. – Мн. : БГУ, 2022. – С. 287–292.
3. Батова, Н. Н. Экологическое образование Беларуси как основа устойчивой экономики / Н. Н. Батова, Е. В. Онуфрович // Белорусский экономический журнал. – 2025. – № 1. – С. 93–105.
4. Золотова, О. М. Формирование экологической компетентности школьников в процессе изучения химии / О. М. Золотова, Е. Е. Попова, М. А. Филатова // Наука и образование. – 2025. – Т. 8, № 4. – С. 24–30.

К содержанию

УДК 504.054:576.353

А. А. МИХАЛЬЧУК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – А. Н. Тарасюк, канд. биол. наук, доцент

ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ ДЕЙСТВИЯ НИТРАТА КАДМИЯ НА КЛЕТКИ КОРНЕВОЙ МЕРИСТЕМЫ

Актуальность. В условиях нарастающего техногенного прессинга потенциально токсичные элементы становятся ведущим фактором дестабилизации экосистем. Среди них кадмий занимает особое место как приоритетный поллютант 1-го класса опасности. Попадая в почвенные горизонты в составе промышленных выбросов и удобрений, этот элемент часто присутствует в виде водорастворимых солей, таких как нитрат кадмия, и оказывает негативное влияние на рост и развитие растений [1]. Одним из механизмов такого влияния может являться воздействие кадмия на делящиеся клетки, результаты которого малоизучены.

Цель – проанализировать изменения, происходящие в делящихся клетках корневой меристемы при действии нитрата кадмия.

Материалы и методы. Исследования проводились на горохе сорта Юбилейный. Семена гороха в течение 5 ч замачивали в растворах нитрата кадмия $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ с концентрациями 1000 ПДК, 100 ПДК и 10 ПДК (ПДК – предельно допустимая концентрация, для ионов Cd^{2+} составляет 0,01 мг/л). В контроле семена замачивали в воде. После проращивания семян в термостате при $t = 21^\circ\text{C}$ корешки фиксировали в спиртоуксусном (3:1) фиксаторе, окрашивали ацетокармином и готовили препараты клеток корневой меристемы. На основе результатов анализа препаратов определяли митотический индекс как показатель митотической активности клеток, относительную продолжительность стадий митоза и анализировали цитогенетические нарушения в клетках [2].

Результаты исследований. Данные о влиянии нитрата кадмия на митотическую активность клеток корневой меристемы гороха приведены на рисунке 1.

Как следует из приведенных данных, нитрат кадмия вызывает снижение митотической активности клеток, что выражается в достоверном (при $P < 0,001$) уменьшении значений митотического индекса с 54,42 % в контроле до 34,69 % и 37,0 % при концентрациях 10 ПДК и 100 ПДК соответственно.

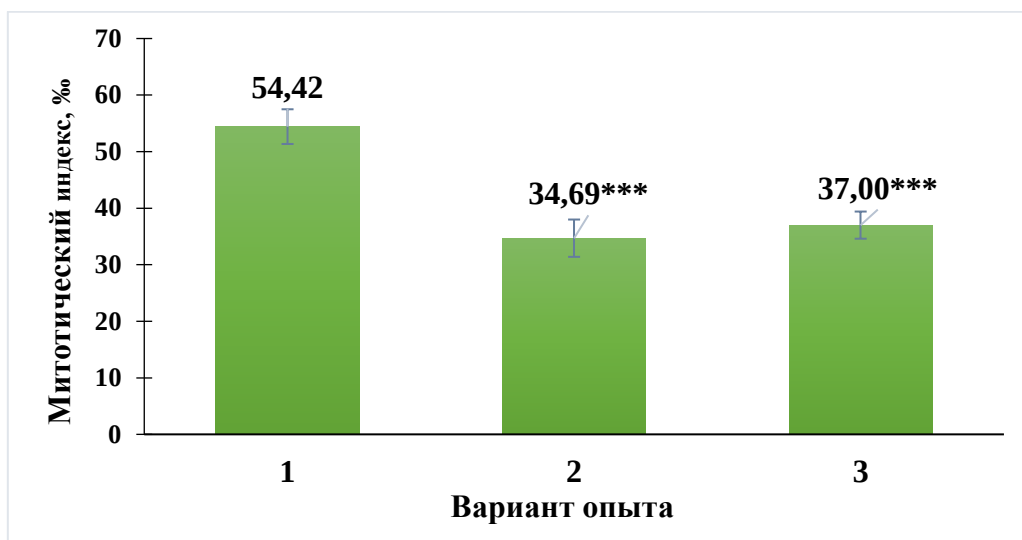


Рисунок 1 – Влияние нитрата кадмия на митотическую активность клеток корневой меристемы гороха:
 1 – контроль; 2 – $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, 10 ПДК;
 3 – $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, 100 ПДК; *** – достоверно при $P < 0,001$

Результаты оценки влияния нитрата кадмия на относительную продолжительность стадий митоза клеток корневой меристемы гороха приведены в таблице.

Таблица – Изменения относительной продолжительности стадий митоза в клетках корневой меристемы гороха при действии нитрата кадмия

Вариант опыта	Относительная продолжительность стадий митоза, %			
	профазы	метафазы	анафазы	телофазы
Контроль	$41,15 \pm 3,36$	$40,05 \pm 4,24$	$12,48 \pm 2,38$	$6,32 \pm 1,87$
$\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, 10 ПДК	$23,10 \pm 10,85$	$49,29 \pm 11,28$	$11,19 \pm 5,91$	$16,43 \pm 8,88$
$\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, 100 ПДК	$21,02 \pm 4,74^{**}$	$51,32 \pm 5,55$	$26,16 \pm 5,63^*$	$1,50 \pm 1,12^*$

Примечание – *, ** – отличия от контроля достоверны при $P < 0,05$ и $P < 0,01$ соответственно.

Как видно из таблицы, достоверный эффект влияния нитрата кадмия наблюдается только при более высокой его концентрации – 100 ПДК. Он состоит в снижении относительной продолжительности профазы и телофазы и увеличении анафазы. Отличия относительной продолжительности метафазы при действии нитрата кадмия не являются достоверными.

Нитрат кадмия в концентрации 1000 ПДК существенно ингибировал клеточные деления, так что делящихся клеток было недостаточно для определения митотической активности и относительной продолжительности стадий митоза. В то же время в данном варианте опыта были выявлены

такие цитогенетические нарушения, как пикноз ядер и образование микроядер (рисунок 2).

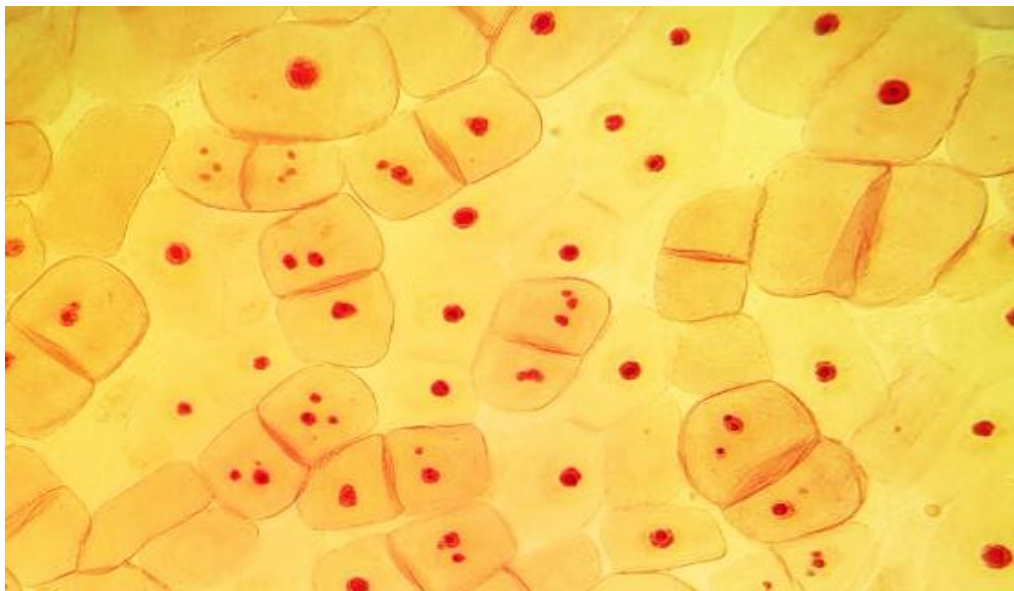


Рисунок 2 – Пикноз ядер и образование микроядер в клетках корневой меристемы гороха

При пикнозе ядра клеток становятся уменьшенными и плотными. Этот процесс часто наблюдается в клетках, которые подверглись некрозу (мертвая ткань), и является одним из признаков клеточной гибели. Микроядра образуются в клетках в результате неправильного распределения хромосом во время деления клетки (митоза) и хромосомных aberrаций. Они содержат фрагменты хромосом или целые хромосомы и могут являться признаком генетической нестабильности.

Заключение. Нитрат кадмия в концентрациях 10 ПДК и 100 ПДК вызывает снижение митотической активности клеток корневой меристемы гороха, уменьшает относительную продолжительность профазы и телофазы и увеличивает длительность анафазы. При концентрации 1000 ПДК $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ингибирует клеточные деления, вызывает пикноз ядер и образование микроядер. Таким образом, нитрат кадмия оказывает негативное влияние на клетки корневой меристемы гороха, замедляя ростовые процессы и вызывая цитогенетические нарушения.

Список использованной литературы

1. Медведев, И. Ф. Тяжелые металлы в экосистемах / И. Ф. Медведев, С. С. Дерягин. – Саратов : Ракурс, 2017. – 178 с.
2. Паушева, З. П. Практикум по цитологии растений / З. П. Паушева. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 1988. – 271 с.

[К содержанию](#)

УДК 581.14:582.9

И. П. МЫШКОВСКАЯ

Гомель, ГГУ имени Франциска Скорины

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

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ХРИЗАНТЕМ

Актуальность. Хризантема – ведущая цветочная культура, востребованная в ландшафтном дизайне. Семенное размножение актуально для селекции, но внедрение сортов требует изучения роста сеянцев в конкретных условиях. Критическим фактором является минеральное питание, так как хризантемы требовательны к плодородию почвы [1]. Их форма, размер, окраска, а также количество на одном побеге весьма разнообразны и в значительной степени определяются особенностями сорта, но при помощи минеральных удобрений можно сделать хризантемы крепче, а соцветия пышнее [2].

Цель – изучить влияние минеральных удобрений на биометрические показатели и прохождение фенологических фаз у хризантем.

Материалы и методы. Объектом исследований в 2024–2025 гг. служили культурные посевы хризантемы садовой (*Chrysanthemum morifolium*) и земблы белой (*Zembla Brasil*) на дерново-подзолистой супесчаной почве вблизи дачного поселка Мошок Добрушского района Гомельской области. На этих посевах были заложены полевые опыты: 1-й вариант – контроль без внесения удобрений, 2-й вариант – удобрение без полива вносили на 1 м² 50 г Р₂О₅; 25 г КСl, 3-й вариант – удобрение с поливом. Один раз в декаду проводились биометрические измерения высоты побега, длины и ширины листовой пластинки. Анализ фенофаз развития растений изучаемых видов хризантем проводился по методике П. И. Лапина [3].

Результаты исследований. На протяжении вегетационного периода в 2024–2025 гг. проводились биометрические измерения высоты побегов. Результаты измерений показали, что высота побегов хризантемы садовой в варианте контроль в июле 2024 г. составила $50 \pm 3,2$ см, а в октябре – $80 \pm 4,8$ см. Высота побегов земблы белой за этот же период была $70 \pm 4,1$ см, за период исследований их прирост увеличился на 10 см в месяц.

В варианте с внесением удобрений высота побега оказалась выше на 10 см у обоих видов изученных хризантем, а в варианте с удобрением и поливом прирост побегов был выше на 13 см как у хризантемы садовой, так и у земблы белой.

Исследования, проведенные в 2025 г., выявили, что наибольшая высота в варианте контроль составила $145 \pm 7,8$ см, в варианте с удобрением

и без полива – $155 \pm 9,8$ см. В варианте удобрение с поливом высота побега составила $158 \pm 10,1$ см, что на 3 см больше второго варианта и на 13 см выше, чем в контроле.

Измерения длины листовой пластинки хризантемы садовой и земблы белой за вегетационный период 2024 г. показали, что длина листовой пластинки хризантемы садовой была $11 \pm 0,8$ см, а у земблы белой – $10 \pm 0,7$ см.

Измерения длины листовой пластинки по вариантам опыта в вегетационный период 2025 г. выявили, что в контроле длина листовой пластинки составила $9 \pm 0,5$ см, в варианте удобрение без полива – $9,2 \pm 0,7$ см, в варианте удобрение с поливом – $9,4 \pm 0,9$ см.

Анализ ширины листовой пластинки в вегетационный период в 2025 г. выявил, что ширина листовой пластинки в контроле составила $6 \pm 0,4$ см, ширина в варианте удобрение без полива была $6,3 \pm 0,5$ см, ширина в варианте удобрение и полив – $6,6 \pm 0,8$ см.

Анализ фенофаз развития двух видов хризантем в 2024–2025 гг. показал, что наиболее продолжительный вегетационный период был у хризантемы садовой и составил 120 дней, наименьшая продолжительность вегетационного периода была у земблы белой – 100 дней.

Наиболее длительная фаза бутонизации была у хризантемы садовой – 15 дней. Наименьшая фаза бутонизации была у земблы белой – 11 дней.

Наиболее продолжительное цветение было отмечено у хризантемы садовой и составило 37 дней. Наименьшая продолжительность цветения отмечена у земблы белой – 34 дня.

Наиболее длительное образование семян было у хризантемы садовой и составило 28 дней, наименьшее у земблы белой – 14 дней.

Наиболее длительное образование плодов было у хризантемы садовой и составило 31 день, наименьшее у земблы белой – 16 дней.

Анализ фенофаз хризантем за 2025 г. представлен в таблице.

Таблица – Фенофазы развития хризантемы, дн., 2025 г.

Вариант опыта	Год	Продолжительность вегетационного периода, дн.	Фенофазы развития				
			Вегетация	Бутонизация	Цветение	Образование семян	Образование плодов
1	2025	158	19.04–10.07	30.06–14.08	15.08–24.09	26.09–16.10	17.10–20.11
2	2025	160	20.04–15.07	19.06–15.08	16.08–27.09	29.09–18.10	19.10–10.11
3	2025	160	23.04–20.07	23.06–16.08	18.08–30.09	02.10–28.10	29.10–15.11

Дольше всего вегетационный период длился во втором и третьем опытах и составил 160 дней. Вегетация дольше длилась в третьем опыте и составила 88 дней. Фаза бутанизации дольше всего длилась во втором опыте и составила 57 дней. Массовое цветение дольше продолжалось в третьем опыте и составило 43 дня. Образование семян быстрее было во втором опыте и составило 19 дней, а дольше в третьем опыте и было 26 дней. Образование плодов быстрее было в третьем опыте и составило 17 дней, а дольше всего в первом опыте и составило 20 дней.

Заключение. Исследования 2024–2025 гг. показали, что на рост и развитие хризантем влияют как удобрения, так и видовые особенности хризантемы садовой и земблы белой.

Внесение минеральных удобрений увеличивает высоту побега и длину листьев. Лучший результат получен при внесении удобрений и полива: высота кустов достигла 158 см (на 13 см выше контроля), а длина листа – 9,4 см.

Хризантема садовая превосходит вид Зембла белая по всем показателям: она выше (80 см против 70 см), имеет более длинные листья (11 см) и более продолжительный период вегетации (120 дней против 100 дней).

Применение удобрений удлиняет фазы развития (бутионизация до 57 дней, цветение до 43 дней, тогда как в контроле бутионизация длилась 44 дня, а цветение – 39 дней). Хризантема садовая характеризуется более растянутыми сроками цветения и созревания семян по сравнению с земблой белой.

Таким образом, максимальная декоративность и рост достигаются при применении удобрений и поливе, а вид Хризантема садовая является более высокорослым и позднецветущим по сравнению с видом Зембла белая.

Список использованной литературы

1. Полив, фосфор и медный купорос: если плохо цветет хризантема, значит, ей не хватает чего-то из этого // Кубанские новости : [сайт]. – URL: <https://kubnews.ru/obshchestvo/2025/10/03/poliv-fosfor-i-mednyy-kuporos-esli-plokho-tsvetet-khrizantema-znachit-ey-ne-khvataet-chego-to-iz-eto/> (дата обращения: 17.02.2026).

2. Кузнецова, Н. А. Хризантемы в вашем саду / Н. А. Кузнецова. – М. : Реинфор, 2007. – 232 с.

3. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР / сост. И. П. Лапин. – М. : ГБС АН СССР, 1975. – 27 с.

К содержанию

УДК 574.583

В. Д. ОЛЕШКЕВИЧ

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

Научный руководитель – Н. С. Прибыловская, старший преподаватель

ВИДОВОЙ СОСТАВ ФИТОПЛАНКТОНА ПРУДОВ В ЧЕРТЕ Г. ГРОДНО

Актуальность. Водные объекты – важная составляющая современной городской среды. Фитопланктон является одним из важнейших компонентов водных сообществ и первым реагирует на начальные изменения в водной экосистеме. Фитопланктон играет ключевую роль в образовании органических веществ в водоемах, и именно развитие фитопланктона определяет их биологическую продуктивность и качество воды. Его структура и функциональные особенности во многом определяют структуру и функционирование водных экосистем в целом. Изучение видовой структуры фитопланктона является актуальным в целях наиболее эффективного использования и охраны водоема.

Цель – проанализировать видовой состав фитопланктонных сообществ прудов в черте г. Гродно.

Материалы и методы. Местом исследования являются четыре пруда в черте г. Гродно. Первый пруд расположен в северной части города вблизи ОАО «Гродненский мясокомбинат», второй – в промзоне на ул. Якуба Коласа, третий – на ул. Карского вблизи ОАО «Гродно Азот», четвертый (пруд Лелик) расположен в восточной части города рядом с предприятиями «Гродно Азот» и «Союзпроммонтаж». Все пруды используются населением для ловли рыбы.

Исследованы 39 проб фитопланктона, отобранных из четырех прудов с мая по октябрь в 2024 и 2025 гг. В ходе эксперимента применялись классические гидробиологические методы: фиксация реактивом Уотермеля [1], концентрирование проб осадочным методом [2], определение видовой принадлежности при помощи светового микроскопа и определителей.

Результаты исследования. В результате проведенных исследований в фитопланктоне пруда вблизи мясокомбината выявлено 42 вида водорослей, которые принадлежат к 6 отделам, 10 классам, 13 порядкам, 26 семействам и 31 роду. По видовому разнообразию преобладают представители отдела *Chlorophyta* – 23 вида, *Bacillariophyta* – 10 видов, *Cyanophyta* – 5 видов. Наиболее богато представлены рода *Scenedesmus* (5 видов), *Coelastrum* (2), *Crucigenia* (2), *Pediastrum* (2), *Gomphonema* (2), *Navicula* (2), *Merismopedia* (2), *Cryptomonas* (2).

В фитопланктоне пруда по ул. Якуба Коласа выявлено 35 видов водорослей, которые принадлежат к 6 отделам, 11 классам, 11 порядкам, 19 семействам, 26 родам. По видовому богатству доминируют отделы *Chlorophyta* – 17 видов, *Bacillariophyta* – 10 видов, *Cyanophyta* – 4 вида. Наиболее богаты рода *Scenedesmus* (3 вида), *Nitzschia* (3), *Tetraëdron* (2), *Cymbella* (2), *Navicula* (2), *Pinnularia* (2).

В фитопланктоне пруда по ул. Карского выявлено 39 видов водорослей из 6 отделов, 12 классов, 15 порядков, 25 семейств, 28 родов. По видовому разнообразию преобладают отделы *Chlorophyta* (18 видов), *Bacillariophyta* (13 видов), *Cyanophyta* (4 вида). Самыми богатыми родами были *Scenedesmus* (4 вида), *Closterium* (3), *Nitzschia* (3), *Pediastrum* (2), *Navicula* (2), *Pinnularia* (2), *Cryptomonas* (2).

В фитопланктоне пруда Лелик было выявлено 33 вида водорослей, которые принадлежат к 5 отделам, 10 классам, 12 порядкам, 16 семействам и 22 родам. Доминировали представители отделов *Chlorophyta* (19 видов), *Bacillariophyta* (8 видов) и *Cyanophyta* (4 вида). Наибольшим видовым богатством характеризовались *Scenedesmus* (4 вида), *Pediastrum* (2), *Tetraëdron* (2), *Navicula* (2), *Merismopedia* (2).

Во всех водоемах были обнаружены виды: *Chlorella vulgaris* Beyer. var. *vulgaris*, *Chlorococcum infusionum* (Schrang) Menegh., *Pediastrum duplex* Meyen var. *duplex*, *Pleurococcus vulgaris* Nag., *Scenedesmus acuminatus* (Lagerh.) Chod. var. *acuminatus*, *Scenedesmus bijugatus* var. *alternans* (Reinsch) Hansg., *Scenedesmus quadricauda* var. *quadricauda* (Turp.) Breb., *Navicula gastrum* Ehr., *Navicula radiosa* Kütz. Сравнение структуры фитопланктонных сообществ исследуемых водных объектов представлено в таблице.

Таблица – Сравнение структуры фитопланктона (число видов, %) прудов г. Гродно

Классы	Пруд вблизи мясокомбината	Пруд по ул. Якуба Коласа	Пруд по ул. Карского	Пруд Лелик
<i>Protococcophyceae</i>	17 (40,5 %)	13 (37,1 %)	10 (25,6 %)	14 (42,4 %)
<i>Ulothrichophyceae</i>	3 (7,1 %)	3 (8,5 %)	1 (2,6 %)	1 (3 %)
<i>Volvocophyceae</i>	–	2 (5,7 %)	1 (2,6 %)	1 (3 %)
<i>Siphonocladophyceae</i>	–	–	1 (2,6 %)	–
<i>Conjugatophyceae</i>	3 (7,1 %)	2 (5,7 %)	5 (12,8 %)	3 (9,1 %)
<i>Pennatophyceae</i>	9 (21,4 %)	9 (25,7 %)	12 (30,8 %)	7 (21,2 %)
<i>Centrophyceae</i>	1 (2,4 %)	1 (2,9 %)	1 (2,6 %)	1 (3 %)
<i>Hormogoniophyceae</i>	2 (4,8 %)	3 (8,5 %)	2 (5,1 %)	2 (6,1 %)
<i>Chroococcophyceae</i>	3 (7,1 %)	1 (2,9 %)	2 (5,1 %)	2 (6,1 %)
<i>Euglenophyceae</i>	1 (2,4 %)	2 (5,7 %)	1 (2,6 %)	–
<i>Cryptophyceae</i>	2 (4,8 %)	1 (2,9 %)	2 (5,1 %)	1 (3 %)
<i>Dinophyceae</i>	1 (2,4 %)	1 (2,9 %)	1 (2,6 %)	1 (3 %)
Всего	42 (100 %)	35 (100 %)	39 (100 %)	33 (100 %)

Несмотря на значительную разницу в числе выявленных видов фитопланктона в четырех исследуемых прудах, доминирующий комплекс выглядит одинаково и представлен видами двух классов: *Protococcophyceae* и *Pennatophyceae*. На долю этих двух классов приходится от 56 до 63 % всего видового разнообразия фитопланктона исследованных прудов. На третьем месте по видовому разнообразию (с большим отставанием) на всех четырех объектах располагается отдел *Cyanophyta*.

Заключение. Планктон водоема вблизи мясокомбината представлен 42 видами водорослей из 6 отделов. Классы *Protococcophyceae* и *Pennatophyceae* характеризуются самой высокой видовой насыщенностью – 26 видов, что составляет 61,9 % от общего видового разнообразия.

В фитопланктоне пруда по ул. Якуба Коласа обнаружено 35 видов из 6 отделов. Самой высокой видовой насыщенностью характеризуются классы *Protococcophyceae* и *Pennatophyceae* – 22 вида (62,9 %).

Планктон пруда по ул. Карского представлен 39 видами водорослей из 6 отделов. Классами с самой высокой видовой насыщенностью также являются *Pennatophyceae* и *Protococcophyceae* – суммарно 22 вида (56,4 %).

В фитопланктоне пруда Лелик было обнаружено 33 вида водорослей из 5 отделов. Классы *Protococcophyceae* и *Pennatophyceae* характеризуются самой высокой видовой насыщенностью – 21 вид, что составляет 63,6 % от общего видового разнообразия.

Все исследуемые водоемы характеризуются схожей структурой фитопланктонных сообществ с доминированием протококково-пеннатофициевого комплекса, что может свидетельствовать о схожести антропогенных нагрузок (поступление поверхностных и талых вод, рекреационное воздействие и др.) на городские водоемы.

Список использованной литературы

1. Михеева, Т. М. Методы количественного учета нанопланктона (обзор) / Т. М. Михеева // Гидробиологический журнал. – 1989. – Т. 25, № 4. – С. 3–21.
2. Садчиков, А. П. Методы изучения пресноводного фитопланктона : метод. рук. / А. П. Садчиков. – М. : Ун-т и шк., 2003. – 157 с.

К содержанию

УДК 581.9

В. А. ПАВЛОВА

Минск, БГПУ имени Максима Танка

Научный руководитель – Е. В. Жудрик, канд. биол. наук, доцент

РАЗРАБОТКА ИНТЕРАКТИВНОГО АЭРОПАЛИНОЛОГИЧЕСКОГО АТЛАСА-ОПРЕДЕЛИТЕЛЯ АЛЛЕРГЕННЫХ РАСТЕНИЙ

Актуальность. Одним из наиболее распространенных аллергических заболеваний, характерных преимущественно для городского населения, является поллиноз. По данным эпидемиологических исследований, его симптомы отмечаются примерно у 30 % населения [1]. Риск развития поллиноза выше у жителей крупных городов, что обусловлено спецификой урбоэкосистем: значительная доля их территории занята зелеными насаждениями. В Минске, столице Республики Беларусь, уровень озелененности достигает 42,3 %. Однако данная проблема актуальна и для других крупных городов, где активно реализуются программы, направленные на расширение системы городского озеленения [2; 3].

Зеленые насаждения выполняют важные рекреационные и средообразующие функции. Вместе с тем многие виды растений, используемые при формировании городских зеленых территорий, обладают высоким аллергенным потенциалом, что усиливает риск возникновения и обострения поллиноза у чувствительных групп населения [2; 4].

Для решения данной проблемы необходимо проводить мониторинг состава пыльцы, чтобы информировать население о его динамике и структуре. Мониторинг включает в себя ряд важных этапов: отбор проб, микроскопический анализ, таксономическое и количественное исследование пыльцы растений-аллергенов. Проведение систематического анализа пыльцы осложняется малодоступностью и фрагментарностью имеющихся определителей. Кроме того, в них могут отсутствовать виды, характерные для конкретной местности.

В связи с этим создание наглядных цифровых ресурсов, адаптированных для широкого круга пользователей, является необходимым и важным шагом. Данный ресурс может быть использован не только для анализа аэропалинологического спектра местности, но и в экологическом мониторинге, образовательном процессе и информировании населения. Это будет способствовать формированию экологического сознания и сохранению здоровья населения.

Цель – разработка интерактивного аэропалинологического атласа-определителя пыльцы аллергенных древесных растений, произрастающих в зоне водно-зеленого диаметра р. Свислочи г. Минска. Создаваемый ресурс предназначен для наглядного изучения морфологии пыльцевых зерен, их идентификации в исследовательских и образовательных целях.

Материалы и методы. Объектом исследования выступили древесные аллергенные растения, произрастающие в парках и скверах водно-зеленого диаметра р. Свислочи г. Минска, которые являются местами массового посещения населения. Сбор пыльцы осуществлялся в период активного цветения и пыления растений (апрель – май 2025 г.). Реализация поставленных задач осуществлялась в два этапа: 1) научно-исследовательский; 2) цифровой.

Проведен таксономический анализ древесной флоры территории зеленых насаждений водно-зеленого диаметра р. Свислочи в пределах г. Минска. Лабораторные исследования включали приготовление временных микропрепаратов пыльцы и их изучение с использованием светового микроскопа (увеличение $\times 400$) с последующей фотофиксацией.

Цифровая реализация проекта была осуществлена на основе интеграции полученных данных в интерактивный образовательный продукт с использованием онлайн-платформы Genially. Данный сервис был выбран для создания интерактивного визуального контента, позволяющего разработать целостное графическое пространство (плакат-атлас) с нелинейной навигацией. Дизайн ресурса разработан с учетом создания педагогически эффективного интерфейса.

Результаты исследований. В ходе полевых исследований установлен таксономический ряд древесной флоры, включающий 22 вида, которые относятся к 13 родам и 8 семействам. Доминирующее положение занимают представители семейств *Betulaceae* (*Betula pendula*, *Carpinus betulus*, *Corylus avellana*), *Sapindaceae* (*Acer platanoides*, *A. negundo*, *A. pseudoplatanus*), *Salicaceae* (*Populus alba*, *P. nigra*, *Salix caprea*, *S. fragilis*) и *Pinaceae* (*Pinus sylvestris*, *Picea pungens*, *P. glauca*, *Abies* sp.). К числу распространенных видов также относятся *Fraxinus pennsylvanica*, *Ulmus glabra*, *Aesculus hippocastanum*, *Taxus baccata*, *Juniperus sabina*, *Thuja occidentalis* [5].

Микроскопический анализ пыльцевых зерен позволил выявить четкие диагностические признаки для каждого вида, которые были систематизированы и включены в атлас. При изучении морфологии учитывалась форма и размеры зерен, строение и скульптура экзины, наличие включений и выростов на оболочке, тип апертур. На основе полученных данных создан интерактивный ресурс «Атлас пыльцы» (<https://view.genially.com/684e63180433417d51645420/presentation-atlaspylcy>), имеющий двухуровневую структуру.

Главная навигационная страница представляет собой интерактивную панель с визуализированным списком видов растений-аллергенов. Каждое растение обозначено отдельной карточкой с латинским названием, выполняющей функцию перехода к детальному изучению. Второй уровень составляет детальная контентная страница вида, на которой сосредоточен комплекс научных материалов: авторские микрофотографии пыльцевых зерен, демонстрирующие их морфологию, и подробное морфологическое описание, включающее форму, размер, тип апертур и характер скульптуры экзины (рисунок).



Рисунок – Контентная страница интерактивного атласа пыльцевых зерен

Научная значимость разработанного ресурса заключается в создании доступного и стандартизированного инструмента для точной идентификации аллергенной пыльцы, который повышает качество палинологических исследований и способствует развитию мониторинга пыльцевых рисков. Разработанный атлас обладает высокой методической ценностью как готовый цифровой дидактический материал. Его основная функция заключается в визуализации недоступного для непосредственного наблюдения микромира аллергенной пыльцы, и он может быть использован как наглядное пособие в урочной деятельности учащихся, в работе научных кружков, а также может служить образцом для ученических проектов, развивая цифровую грамотность и исследовательские компетенции.

Заключение. В результате исследования создан интерактивный аэропалинологический атлас-определитель пыльцы 22 видов древесных растений-аллергенов, произрастающих в зеленых насаждениях водно-

зеленого диаметра р. Свислочи г. Минска. Разработанный атлас может использоваться как стандартизированный инструмент для идентификации аллергенной пыльцы, а также как наглядный цифровой ресурс для урочной деятельности, работы научных кружков и выполнения ученических исследовательских проектов.

Список использованной литературы

1. Анализ распределения пыльцы в городской среде на разной высоте / Б. Т. Вагапов, К. К. Ибрагимова, А. В. Арина [и др.] // Российский журнал прикладной экологии. – 2025. – № 2. – С. 22–29.
2. Носова, М. Б. Исследования современных пылевых спектров: инструменты, подходы, современные направления / М. Б. Носова // Ботанический журнал. – 2020. – Т. 105, № 12. – С. 1147–1168.
3. Аэропалеонтологический мониторинг состояния окружающей среды в отдельно взятом регионе как фактор профилактики поллиноза / И. И. Павлюченко, Я. В. Клименко, Н. В. Федотова [и др.] // Инновационная медицина Кубани. – 2023. – № 3. – С. 62–70.
4. Павлова, В. А. Интерактивная карта оценки сезонной пылевой нагрузки в парках и скверах г. Минска / В. А. Павлова, В. Н. Черкас, Е. В. Жудрик // Современные проблемы естествознания в науке и образовательном процессе : сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 25 нояб. 2025 г. / Бел. гос. пед. ун-т им. М. Танка ; редкол.: Н. С. Сологуб [и др.] ; отв. ред. Н. С. Сологуб. – Мн. : БГПУ, 2026. – С. 285–289.
5. Павлова, В. А. Оценка встречаемости аллергенных видов арборифлоры в парковых фитоценозах г. Минска / В. А. Павлова, В. Н. Черкас // Студенческая наука – взгляд в будущее : материалы XX Всерос. студен. конф., 25–27 февр. 2025 г., г. Красноярск : в 6 ч. / Краснояр. гос. аграр. ун-т ; редкол.: И. С. Коротченко [и др.]. – Красноярск, 2025. – Ч. 1. – С. 301–304.

К содержанию

УДК 581.557.24

В. Е. ПОБУДЕЙ

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

Научный руководитель – И. С. Жебрак, канд. биол. наук

ВОЗМОЖНОСТИ РОСТА РАСТЕНИЙ В СИМБИОЗЕ С АРБУСКУЛЯРНЫМИ МИКОРИЗНЫМИ ГРИБАМИ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Актуальность. Арбускулярные микоризные грибы (далее – АМГ) представляют собой облигатных биотрофных симбионтов, которые эволюционно адаптированы к тесному взаимодействию с корневыми системами высших растений. Их жизненный цикл и метаболическая активность напрямую зависят от партнера-хозяина, так как вне растительных тканей

они не способны завершить полный цикл развития и продуцировать репродуктивные структуры. Формируя арбускулы и гифальные сети внутри клеток корня и в прилегающем почвенном пространстве, грибы создают огромные сети, способные к обмену питательными веществами с растением. Основной физиологической функцией АМГ является значительное увеличение абсорбционной поверхности корня за счет разветвленной сети внешних гиф. Это способствует более эффективному поглощению воды и биогенных элементов, в первую очередь фосфора, а также азота, цинка, меди и других микроэлементов, которые часто находятся в почве в труднодоступных для растений формах. Грибной симбионт переводит эти элементы в более подвижные и легкие для усвоения соединения, доставляя их к корню, получая взамен углеводы (продукты фотосинтеза) [1].

Учитывая облигатную природу симбиоза, подразумевающую необходимость присутствия растения-хозяина для роста и размножения гриба в почве [2], возникал вопрос о наличии стимуляции роста культур при отсутствии полного набора полезных веществ и (или) нестабильных факторах окружающей среды, если брать в пример выращивание культур на открытом воздухе в больших количествах. Необходимо было определить, будет ли наблюдаться положительный эффект от инокуляции АМГ в условиях дефицита доступных питательных веществ или при воздействии нестабильных абиотических факторов (засуха, засоление или колебания температур). Особую актуальность этот вопрос приобретает в контексте крупномасштабного выращивания культур в открытом грунте, где невозможно полностью контролировать микробиологический состав почвы и поток внешних стрессоров в отличие от лабораторных условий. Эмпирические данные, полученные в ходе многочисленных экспериментов, действительно демонстрируют выраженный стимуляторный эффект. В ряде исследований было показано, что инокуляция АМГ способствует увеличению биомассы растений и ускорению их развития. Однако важно отметить, что наиболее значимые и статистически достоверные результаты фиксировались в модельных системах с использованием стерильных почвенных субстратов и при внесении сбалансированных доз минеральных удобрений. Это указывает на то, что в естественной среде эффективность микоризации может модулироваться конкуренцией с почвенной микробиотой и исходным уровнем плодородия почвы.

Цель исследований – оценить влияние инокулюмов разных видов арбускулярных микоризных грибов на рост и развитие растений: клевера лугового, пшеницы мягкой, томата обыкновенного, огурца обыкновенного в условиях дефицита влаги.

Материалы и методы. Исследовали четыре вида растений из четырех семейств: Бобовые (клевер луговой – *Trifolium pratense*), Мятликовые (пшеница мягкая – *Triticum aestivum*), Пасленовые (томат обыкновенный – *Solanum lycopersicum*), Тыквенные (Огурец обыкновенный – *Cucumis sativus*). Все растения выращивали в емкостях со стерилизованной дерново-подзолистой почвой (взятой на дачном участке) с добавлением фосфоритной муки и инокулюма микоризных грибов. Инокулюм представляет собой стерильный песок с сухими корнями растения определенного вида растений, колонизированными чистой культурой арбускулярных микоризных грибов в виде спор. Используемые инокулюмы были получены в 2024 г. на корнях подорожника ланцетолистного и плектрантуса [3; 4]. Для внесения в дерново-подзолистую почву использовано три вида инокулюма арбускулярных микоризных грибов: 1) *Glomus intraradices* (G. i.; из подорожника); 2) *Glomus mossea* (G.m.; из плектрантуса) и 3) смесь видов, далее называемая миксом (*Glomus intraradices* + *Glomus mossea* + *Glomus geosporum* + *Septoglomus constrictum*; из подорожника). В качестве контроля использовали почву без внесения микоризных грибов.

Растения выращивали в течение восьми недель при комнатной температуре с периодическим минимальным поливом, создавая дефицит воды для растений после прорастания. Дополнительная подкормка растений не проводилась. Затем растения выкапывали, корни отмывали от почвы и измеряли длину надземной части растений и корней.

Результаты исследований. Полученные результаты показали, что в нестерильной почве все три инокулюма АМГ не оказывали стимулирующего действия на рост надземных побегов растений. У огурцов, томатов и пшеницы отмечали угнетение роста надземной части по сравнению с контролем (почвы без микоризы). Длина надземной части проростков клевера лугового в инокулированной грибами почве была сравнима с контролем. Отмечали угнетающее действие АМГ на развитие корней клевера и томатов во всех вариантах опыта. Однако внесенный в почву инокулят АМГ сильно стимулировал рост корней у огурцов и пшеницы, в обоих случаях наибольший положительный эффект отмечали в почве с *Glomus mossea* (рисунки).

Таким образом, разные виды арбускулярных микоризных грибов оказывали неодинаковый эффект на рост испытуемых растений. Известно, что АМГ являются облигатными симбионтами и не могут существовать вне растений, их выбор растений симбионтов весьма специфичный. Эти микоризные грибы вступают в симбиоз только с определенными видами растений, поэтому внесение инокулюма АМГ не всегда приводит к образованию у растений микоризы.

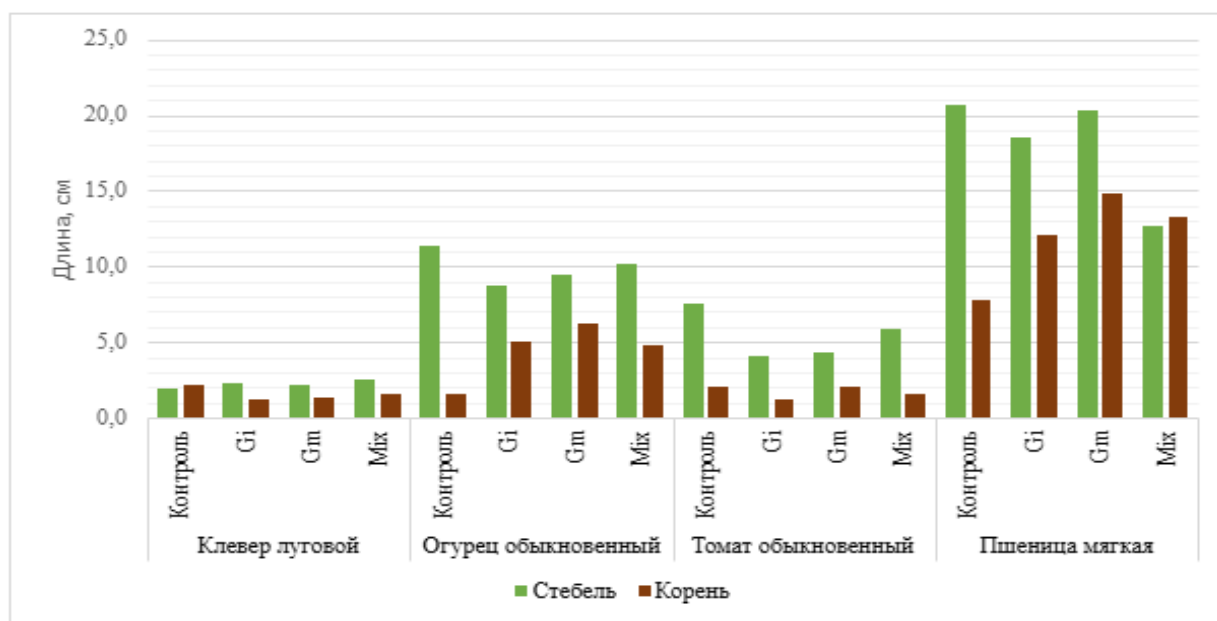


Рисунок – Длина побегов и корней различных видов растений в стерильной почве (контроль – варианты опыта без внесения в почву инокулюмов АМГ)

К тому же в биопрепаратах микоризы не всегда содержится необходимое количество спор микоризных грибов для эффективной колонизации корней. АМГ в некоторых случаях могут частично заменять функции корня, что ослабляет развитие корневой системы у растений. Также известны факты стимулирования микоризными грибами роста корневой системы у колонизированных растений. АМГ с растением образуют взаимовыгодный симбиоз, в основе которого лежит взаимный паразитизм. В экстремальных условиях, при влиянии негативных факторов среды на растения, АМГ могут вести себя как фитопатогены и угнетать рост растений. В частности, в условиях засухи АМГ могут брать воду из корней растений, тем самым задерживая их рост и развитие.

Закключение. В стерильной почве при дефиците воды и минеральных веществ арбускулярные микоризные грибы (три вида инокулюма: 1) *Glomus intraradices*; 2) *Glomus mossea*; 3) смесь видов *Glomus intraradices* + *Glomus mossea* + *Glomus geosporum* + *Septoglomus constrictum*) оказывали угнетающее действие на рост побегов растений огурца (*Cucumis sativus*), томата (*Solanum lycopersicum*), пшеницы (*Triticum aestivum*) и корней у клевера (*Trifolium pratense*) и томатов. Внесение инокулюмов арбускулярных микоризных грибов оказывало сильный стимулирующий эффект на развитие корневой системы огурцов и томатов, при этом надземная часть этих растений была значительно меньше, чем в контроле. Полученные нами результаты показывают, что биопрепараты

микоризы не всегда оказывают стимулирующее действие на растения. Эффект действия микоризы зависит от видов растений и видов микоризных грибов, условий окружающей среды. Дефицит в почве влаги может приводить к обратному эффекту: в этих условиях арбускулярные микоризные грибы могут оказывать угнетающее действие на рост и развитие растений.

Список использованной литературы

1. Смит, С. Э. Микоризный симбиоз / С. Э. Смит, Д. Дж. Рид. – М. : Тов. науч. изд. КМК, 2012. – 776 с.
2. Воронина, Е. Ю. Микоризы в наземных экосистемах: экологические, физиологические и молекулярно-генетические аспекты микоризных симбиозов / Е. Ю. Воронина // Микология сегодня. Т. 1 / под ред. Ю. Т. Дьякова, Ю. В. Сергеева. – М. : Нац. акад. микологии, 2007. – С. 142–235.
3. Побудей, В. Е. Влияние арбускулярных микоризных грибов на рост пшеницы мягкой (*Triticum aestivum*) / В. Е. Побудей // Актуальные проблемы экологии : сб. науч. ст. / Гродн. гос. ун-т им. Я. Купалы, Гродн. обл. ком. природ. ресурсов и охраны окружающей среды ; редкол.: О. В. Янчуревич (гл. ред.) [и др.]. – Гродно : ГрГУ им. Янки Купалы, 2025. – С. 70–72.
4. Лабутова, Н. М. Методы исследования арбускулярных микоризных грибов / Н. М. Лабутова. – СПб. : ВНИИСХМ, 2000. – 23 с.

К содержанию

УДК 595.793.2+635.927:58.073(476)

А. Д. ПОШЕЛЮК

Минск, БГУ

Научный руководитель – С. В. Буга, доктор биол. наук, профессор

ГАЛЛООБРАЗУЮЩИЕ И МИНИРУЮЩИЕ ФИТОФАГИ ИВЫ ПЛАКУЧЕЙ (*SALIX BABYLONICA* L.) В ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ Г. БРЕСТА

Актуальность. В аборигенной флоре Беларуси насчитывается около 15 видов ив (*Salix* L.; Malpigiales: Salicaceae) [1, с. 84–85]. Представителям рода свойственна легкая межвидовая гибридизация, что обуславливает наличие многочисленных гибридных форм. В настоящее время ивы активно используются в озеленении, причем ряд видов и форм официально включен в ассортимент декоративных деревьев и кустарников, рекомендованных для зеленого строительства в Республике Беларусь [2, с. 48]. Эти растения нередко произрастают вдоль набережных, по берегам рек и водоемов как в культурфитоценозах, так и в природных биоценозах.

Наиболее часто у водоемов и водотоков растут такие ивы, как белая (*Salix alba* L.), ломкая (*Salix fragilis* L.) и вавилонская (*Salix babylonica* L.).

Для большого числа видов растительноядных беспозвоночных представители рода *Salix* L. служат кормовой базой, о чем свидетельствует, в частности, определительная таблица вредителей ив, приведенная в «Определителе повреждений лесных, декоративных и плодовых деревьев и кустарников» [3, с. 48]. В Беларуси комплексные исследования этих фитофагов ранее не проводились, что обуславливает необходимость изучения видового состава и экологии членистоногих-вредителей, повреждающих ивы в декоративных насаждениях республики. Настоящая работа выполнялась в рамках научного проекта «Фитофаги произрастающих у водоемов и водотоков ив, их экологические связи с амфибиотической растительностью» (номер госрегистрации 20250877), который получил финансовую поддержку Министерства образования Республики Беларусь.

Цель – выявление состава и оценка вредоносности фитофагов ивы плакучей в зеленых насаждениях г. Бреста.

Материалы и методы. Обследования ив, произрастающих в т. ч. на берегах и в непосредственной близости от водотоков и водоемов, выполнялись в осенний период 2025 г. в г. Бресте по стандартной методике [4]. Для установления видовой принадлежности фитофагов по характеру нанесенных растению повреждений применялись как традиционные определители [3, с. 48], так и электронные диагностические таблицы [5]. Листья с минами подвергались гербаризации по общепринятой методике; камеральный анализ терат выполнялся при помощи соответствующих технических средств [6, с. 8].

Результаты исследований. К числу основных вредителей ив в декоративных зеленых насаждениях г. Бреста нами отнесено 4 вида тератформирующих и минирующих членистоногих. Среди них 3 вида чешуекрылых (Insecta: Lepidoptera) и 1 вид перепончатокрылых (Insecta: Hymenoptera) насекомых. Результаты представлены в таблице.

Для ивы плакучей (*S. babylonica*) в условиях парковой зоны г. Бреста отмечен высокий уровень заселенности сокоедкой (*Phyllocnistis valentinensis* Hering, 1936), при этом минами было занято до 65,09 % листовой поверхности (при среднем значении $14,02 \pm 0,24$ %). Поврежденность листовых пластинок минами ивовой сокоедки (*Phyllocnistis saligna* Zeller, 1839) достигала в среднем $17,13 \pm 2,49$ %. Также были отмечены мины минирующей моли (*Stigmella salicis* Stainton, 1854), относительная площадь поврежденной листовой поверхности составляла лишь $3,65 \pm 0,17$ %, и галлы ивового толстостенного пилильщика (*Euura proxima* Serville, 1823) с относительной площадью поврежденной листовой поверхности $4,1 \pm 0,34$ %. Также присутствовали повреждения, вызванные другими

минерами: большой ивовой молью-пестрянкой (*Phyllonorycter pastorella* Zeller, 1846) и осиновой минирующей мушкой (*Aulagromyza tridentata* Loew, 1858), но поврежденность ими была незначительной (менее 1,88 %).

Таблица – Параметры поврежденности листовых пластинок ивы плакучей (*Salix babylonica* L.) минирующими и галлоформирующими фитофагами в условиях зеленых насаждений г. Бреста

Показатели	Минер <i>Phyllocnistis valentinensis</i> (Hering, 1936)		Минер <i>Phyllocnistis saligna</i> (Zeller, 1839)		Минер <i>Stigmella salicis</i> (Stainton, 1854)		Галлообразователь <i>Euura proxima</i> (Serville, 1823)	
	Площадь мин, мм ²	Относительная площадь поврежденной листовой поверхности, %	Площадь мин, мм ²	Относительная площадь поврежденной листовой поверхности, %	Площадь мин, мм ²	Относительная площадь поврежденной листовой поверхности, %	Площадь мин, мм ²	Относительная площадь поврежденной листовой поверхности, %
Минимум	33,52	10,57	66,09	9,05	18,93	3,51	14,93	1,38
Максимум	180,27	15,90	136,92	26,61	38,40	4,43	29,66	5,82
Средняя арифметическая	72,24	14,02	91,83	17,13	26,46	3,65	22,09	4,10
Ошибка средней	4,52	0,24	6,78	2,49	2,21	0,17	1,00	0,34
Коэффициент вариации, %	54,58	14,90	22,14	43,52	26,37	15,03	22,22	51,86

Заключение. Выполнение исследований комплекса галлообразующих и минирующих фитофагов-вредителей ивы плакучей (*Salix babylonica* L.) в декоративных зеленых насаждениях г. Бреста позволило выделить в его составе 4 вида основных вредителей древесной породы. В их числе 3 вида чешуекрылых насекомых, а именно *Stigmella salicis* (Stainton, 1854), *Phyllocnistis saligna* (Zeller, 1839), *Phyllocnistis valentinensis* (Hering, 1936), а также 1 вид (*Euura proxima* (Serville, 1823)) перепончатокрылых насекомых. Отмечены также повреждения листовых пластинок *S. babylonica* минерами *Phyllonorycter pastorella* (Zeller, 1846) и *Aulagromyza tridentata* (Loew, 1858).

Список использованной литературы

1. Определитель высших растений Беларуси : учеб. пособие / Т. А. Сауткина, Д. И. Третьяков, Г. И. Зубкевич [и др.] ; под ред. В. И. Парфенова. – Мн. : Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.

2. Сидорович, Е. А. Ассортимент декоративных древесных и кустарниковых растений для зеленого строительства Беларуси / Е. А. Сидорович. – Мн. : Тэхналогія, 1997. – 62 с.

3. Гусев, В. И. Определитель повреждений лесных, декоративных и плодовых деревьев и кустарников / В. И. Гусев. – М. : Лесн. пром-сть, 1984. – 471 с.

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

5. Plant Parasites of Europe – leafminers, galls and fungi. – URL: <https://bladmineerders.nl/> (date of access: 24.10.2025).

6. Петров, Д. Л. Тераформирующие членистоногие – вредители зеленых насаждений Беларуси : справ.-метод. пособие / Д. Л. Петров, С. В. Буга. – Мн. : БГУ, 2008. – 42 с.

К содержанию

УДК 372.857

М. В. РУДЯК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ УСВОЕНИЯ УЧАЩИМИСЯ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА ПО ТЕМЕ «МНОГООБРАЗИЕ И ЗНАЧЕНИЕ ПОКРЫТОСЕМЕННЫХ РАСТЕНИЙ»

Актуальность. Местная флора как объект изучения для обучающихся обладает рядом ценных преимуществ по сравнению с другими природными явлениями. Она легко доступна для наблюдения, так как присутствует в окрестностях сельских и городских учреждений образования. Флора имеет большое производственное значение, обладает эстетической ценностью, является элементом краеведения, а также важнейшим объектом охраны.

Покрытосеменные растения составляют основу большинства наземных экосистем, играют незаменимую роль в поддержании их структуры и функций. Они обеспечивают пищу и среду обитания для множества организмов, оказывают значительное влияние на климат, участвуют в круговороте веществ. Однако в условиях антропогенного воздействия многие виды покрытосеменных растений находятся под угрозой исчезновения [1].

Большим потенциалом в развитии образных представлений учащихся обладает использование всех видов наглядности на уроках: таблиц, рисунков, приложений, схем, моделей, муляжей, аудио- и видеоматериалов, гербария, натуральных объектов [2].

Использование в процессе преподавания ботанических дисциплин гербарных материалов, отражающих состав региональной флоры, позволяет

обеспечивать ознакомление обучающихся с многообразием и характерными чертами отделов высших растений, хорологией и экологией отдельных представителей, редкими и охраняемыми видами местной флоры [3].

Цель – оценить эффективность усвоения учащимися учебного материала по теме «Многообразие и значение покрытосеменных растений».

Материалы и методы. Исследование включало анализ содержания учебного материала по теме «Многообразие и значение покрытосеменных растений», изложенного в учебном пособии «Биология. 7 класс» [4]. Проведено групповое анкетирование на базе ГУО «Ольшанская средняя школа № 2». В качестве респондентов привлекались 30 учащихся 8-х классов. Вопросы анкеты были составлены таким образом, чтобы можно было определить осознанный характер знаний, полученных при изучении указанной выше темы, а также наметить вопросы, требующие проработки.

Результаты исследований. Ожидаемые результаты изучения содержания учебного предмета «Биология» по теме «Многообразие покрытосеменных растений» предусматривают знание учащимися основных систематических групп растений, особенностей однодольных и двудольных растений, съедобных, ядовитых дикорастущих растений; культурных растений Республики Беларусь, основных направлений деятельности человека по охране растений, а также возможность распознавать основные дикорастущие и культурные растения [2].

Анкета, посвященная знанию учащимися фиторесурсов, включала шесть закрытых вопросов, предполагающих выбор из четырех предложенных ответов, и четыре открытых вопроса. Вводная часть анкеты представлена вопросом, который концентрирует внимание респондентов на главной отличительной особенности покрытосеменных растений – наличии цветка. На вопрос «Какое второе название у покрытосеменных растений?» 63 % респондентов ответили «цветковые», т. е. выбрали правильный ответ, 37 % респондентов дали неверные ответы. Правильный ответ на вопрос «На какие классы делят покрытосеменные?» дали 57 % учащихся.

Вопросы 3–6 посвящены знанию основных систематических групп растений и их представителей. В опрос привлечены растения, которые упоминаются в учебном пособии. Верные ответы составили от 77 до 83 %. Например, верно выбраны представители семейства Крестоцветные – рапс, горчица.

Вопросы 7–10 открытые и предполагали самостоятельный ответ.

Учащиеся привели примеры ядовитых дикорастущих растений, в т. ч.: борщевик Сосновского (13 ответов), волчегородник обыкновенный (5 ответов), вёх ядовитый (5 ответов), мак снотворный (1 ответ), ландыш майский (1 ответ), клещевина ядовитая (1 ответ), белена черная (1 ответ), дурман обыкновенный (1 ответ). Двое учащихся не смогли назвать каких-либо ядовитых растений.

Для оценки знаний учащихся о культурных растениях Республики Беларусь было предложено назвать зерновые и зернобобовые культуры, возделываемые в Беларуси. В качестве наиболее популярных примеров зернобобовых культур учащиеся приводили горох (21 ответ), фасоль (7 ответов), люпин (3 ответа). Зерновые культуры в большинстве случаев были названы правильно – пшеница (17 ответов), овес (7 ответов), рожь (6 ответов), ячмень (5 ответов), кукуруза (5 ответов). Однако прозвучали и неверные ответы, были названы – картофель, рапс, лен, гречиха.

В учебном пособии в рамках рассматриваемой темы обсуждаются вопросы охраны растений, поэтому учащимся был задан вопрос «Как называется официальный документ, содержащий сведения о редких и находящихся под угрозой видах?». На данный вопрос все респонденты дали верный ответ – Красная книга Республики Беларусь.

Заключение. На основании проведенного анкетирования можно сделать вывод, что большинство учащихся эффективно усвоили учебный материал по теме «Многообразие и значение покрытосеменных растений» и осознают значимость покрытосеменных растений для экосистемы и их роль в жизни человека. Однако, несмотря на высокую степень осведомленности, выявлены пробелы в знаниях о разнообразии покрытосеменных растений. Многие не знают о большом существовании ядовитых видов растений. Это подчеркивает необходимость проведения образовательных мероприятий, направленных на повышение уровня информированности. Преодолению трудностей по усвоению отдельных вопросов учебного материала данной темы будет способствовать расширение спектра методик с использованием наглядности.

Список использованной литературы

1. Дубровная, С. А. Систематика растений. Покрытосеменные растения : учеб.-метод. пособие / С. А. Дубровная. – Казань : Бриг, 2016. – 103 с.
2. Учебная программа по учебному предмету «Биология» для VI–IX классов учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования, с русским языком обучения и воспитания : утв. постановлением М-ва образования Респ. Беларусь от 29 июля 2025 г. № 132. – URL: <https://adu.by/images/2025/08/12/Biologiya-6-9.pdf> (дата обращения: 18.02.2026).
3. Шкуратова, Н. В. Использование в образовательном процессе гербарных материалов о флоре высших споровых растений Брестского региона / Н. В. Шкуратова // Краеведение в учебно-воспитательном процессе школ и вузов : сб. материалов VII Респ. науч.-практ. конф., посвящ. 65-летию со дня рождения К. К. Красовского, Брест, 7 июля 2023 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: И. В. Абрамова [и др.]. – Брест, 2023. – С. 110–113.
4. Лисов, Н. Д. Биология : учеб. пособие для 7-го кл. учреждений общ. сред. образования с рус. яз. обучения / Н. Д. Лисов. – Мн. : Нар. асвета, 2022. – 239 с.

К содержанию

УДК 582.912.4(476.7)

В. С. САВЧУК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – М. В. Левковская, старший преподаватель

ХАРАКТЕРИСТИКА *LEDUM PALUSTRE* В УСЛОВИЯХ ГВОЗНИЦКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА

Актуальность. Багульник болотный (*Ledum palustre* L.) семейства вересковые (*Ericaceae* Juss.) относится к дикорастущим хозяйственно полезным растениям, лекарственное сырье которых разрешено Государственной фармакопеей Республики Беларусь [1, с. 136].

Цель – описать эколого-ценотические особенности багульника болотного (*Ledum palustre* L.) в условиях северо-восточной части Гвозницкого лесничества.

Материалы и методы. В 2025 г. проведены маршрутные полевые исследования северо-восточной части Гвозницкого лесничества Государственного лесохозяйственного учреждения «Малоритский лесхоз» на предмет произрастания багульника болотного (*Ledum palustre* L.). Для более детального исследования были заложены пробные площади (далее – ПП), в пределах которых для *Ledum palustre* определяли биометрические и продукционные показатели [2; 5].

Результаты исследований. *Ledum palustre* – теневыносливый кустарник с прямостоячим, ветвистым стеблем; линейными, кожистыми, блестящими листьями, покрытыми снизу рыжевато-коричневым войлоком и мелкими железками. Белые цветки собраны в зонтиковидные щитки [3–5]. *Ledum palustre* по отношению к влажности и плодородию почвы является гигрофитом и олиготрофом [5].

В северо-восточной части Гвозницкого лесничества описаны девять мест произрастания *Ledum palustre* площадью 205 м² в сосняках черничных, осоковых и мшистых III–IV классов возраста. В составе древостоя средняя высота *Pinus sylvestris* равна $22,6 \pm 1,2$ м, средний диаметр – $23,8 \pm 2$ см. Подрост образован *Pinus sylvestris*, *Betula pendula*, *Quercus robur*. Подлесок слабо развит, редкий, образован *Frangula alnus*, *Sorbus aucuparia* средней высотой 2,2 м и 3,1 м.

К основным видам травяно-кустарничкового яруса в местах произрастания *Ledum palustre* относятся *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis-idaea*, из злаков – *Molinia caerulea*, частота встречаемости – 100 %, 89 % и 56 %. Единично встречаются *Dryopteris filix-mas*, *Luzula pilosa*. Доминант мохово-лишайникового яруса – *Pleurozium schreberi*. В сосняках черничных

на пробных площадях 7 и 8 зарегистрирован *Sphagnum capillifolium* (проективное покрытие – 10–15 %).

Ledum palustre в период проведения исследований находился в фазе цветения, плодоношения. Жизненность растений – 3а, 3б; обилие по шкале Друде – сор₃, сор₂. Численность экземпляров *Ledum palustre* на описанных пробных площадях варьирует от 14 (ПП 6) до 46 (ПП 9). Лекарственным сырьем исследуемого вида служат облиственные побеги текущего года [1], поэтому проводили их учет на каждой особи и на всей площадке. Количество молодых побегов *Ledum palustre* на описанных пробных площадях изменялось от 62 (ПП 8) до 266 (ПП 9). Среднее число учитываемых побегов на одном растении багульника болотного составило $3,87 \pm 0,36$ (ПП 8) – $6,05 \pm 0,27$ (ПП 1). Численность побегов текущего года *Ledum palustre* на единицу площади изменялась в пределах от 2,44 шт. (ПП 8) до 19,35 шт. (ПП 9) (таблица).

Таблица – Характеристика *Ledum palustre* на пробных площадях

ПП	Средняя высота растений, см	Количество побегов, шт.		Проективное покрытие, %	Урожайность, г/м ²
		на растении	на 1 м ²		
1	$87,40 \pm 2,10$	$6,05 \pm 0,27$	10,80	38	16,84
2	$75,95 \pm 1,88$	$5,52 \pm 0,33$	5,24	42	5,51
3	$70,07 \pm 1,90$	$5,29 \pm 0,28$	4,63	28	6,02
4	$75,25 \pm 2,42$	$5,77 \pm 0,42$	4,63	18	4,58
5	$48,60 \pm 3,81$	$4,31 \pm 0,36$	6,25	33	7,75
6	$46,50 \pm 2,18$	$4,85 \pm 0,61$	7,19	28	5,18
7	$69,25 \pm 4,60$	$5,96 \pm 0,42$	12,48	57	13,73
8	$54,30 \pm 4,67$	$3,87 \pm 0,36$	2,44	32	1,46
9	$25,34 \pm 2,06$	$5,78 \pm 0,25$	19,35	43	4,26

На пробной площади 1 в сосняке мшистом количество растений *Ledum palustre* – 39 экземпляров, количество недревесневших побегов – 236 шт. Проективное покрытие – 38 %. Высота багульника болотного варьировала от 59,4 до 107,7 см. Число молодых побегов на одном растении – от 3 до 9 шт. В сосняке черничном, на пробной площади 2, произрастает 42 экземпляра *Ledum palustre* высотой от 57,7 до 97,3 см. В сосняках осоковых на пробных площадях 3, 4 были зарегистрированы 31 и 22 кустарника багульника болотного с общим количеством молодых побегов 164 и 127 шт. соответственно. Число побегов на одном растении варьирует от 3 до 9–10 шт. Максимальная высота *Ledum palustre* достигала 93,8 и 98,8 см.

В сосняках мшистых на пробных площадях 5, 6 зарегистрированы 19 и 14 особей багульника болотного с числом побегов текущего года 82 и 68 шт. Высота растений *Ledum palustre* варьировала от 34,8 до 92,4 см на пробной площади 5, от 33,7 до 65,4 см – на пробной площади 6. Проективное покрытие – 33 %; 28 %.

На пробных площадях 7 и 8 в сосняках черничных зарегистрировано 29 и 16 экземпляров *Ledum palustre* средней высотой $69,25 \pm 4,60$ и $54,30 \pm 4,67$ см. Общее число побегов текущего года – 173 и 62 шт. На пробной площади 9, которая была заложена в сосняке черничном, зафиксировано максимальное количество экземпляров *Ledum palustre* – 46 растений средней высотой $25,34 \pm 2,06$ см.

Средняя масса молодых облиственных побегов багульника болотного изменялась от $0,22 \pm 0,04$ г (ПП 9) до $1,56 \pm 0,28$ г (ПП 1). Урожайность лекарственного растительного сырья *Ledum palustre* на пробных площадях изменялась в довольно широких пределах от $1,46$ г/м² (ПП 8) до $16,84$ г/м² (ПП 1), средняя урожайность составила $7,26 \pm 1,64$ г/м².

Заключение. В сосняках черничных, осоковых и мшистых северо-восточной части Гвозницкого лесничества описаны девять мест произрастания *Ledum palustre* общей площадью 205 м². Средняя урожайность молодых побегов – $7,26 \pm 1,64$ г/м².

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. – Мн. : Бел. навука, 2019. – 599 с.
2. Методы изучения лесных сообществ / Е. Н. Андреева, И. Ю. Баккал, В. В. Горшков [и др.]. – СПб. : НИИхимии СПбГУ, 2002. – 240 с.
3. Определитель высших растений Беларуси : учеб. пособие / Т. А. Сауткина, Д. И. Третьяков, Г. И. Зубкевич [и др.] ; под ред. В. И. Парфенова. – Мн. : Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.
4. Определитель растений Белоруссии : учеб. пособие / под ред. Б. К. Шишкина, М. П. Томина, М. Н. Гончарика. – Мн. : Выш. шк., 1967. – 872 с.
5. Федорук, А. Т. Ботаническая география. Полевая практика / А. Т. Федорук. – Мн. : БГУ, 1976. – 224 с.

К содержанию

УДК 581.6

А. И. САДКОВСКАЯ

Минск, БГУ; Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

Научный руководитель – О. В. Созинов, доктор биол. наук, доцент

СРАВНЕНИЕ УРОЖАЙНОСТИ И ОБИЛИЯ *VACCINIUM VITIS-IDAEA* ИСКУССТВЕННЫХ И ЕСТЕСТВЕННЫХ СОСНЯКОВ МШИСТЫХ ГРОДНЕНСКОЙ ПУЩИ

Актуальность. Одним из важнейших фармакопейных видов растений Республики Беларусь является *Vaccinium vitis-idaea* L. (брусника) [1].

V. vitis-idaea – дикорастущее пищевое лекарственное растение, плоды которого в период спелости служат объектом заготовки и потребления и наряду с листьями широко используются в качестве лекарственного сырья. Данный вид характеризуется широкой экологической амплитудой и представляет собой важный ценотический компонент [3] в сосновых лесах нашей страны. Вопросы комплексной оценки *V. vitis-idaea* в связи с ее фармацевтическими и ценотическими особенностями являются актуальными, особенно в сосняке мшистом разного происхождения, площадь которого занимает около 34,2 % от всех сосновых лесов страны.

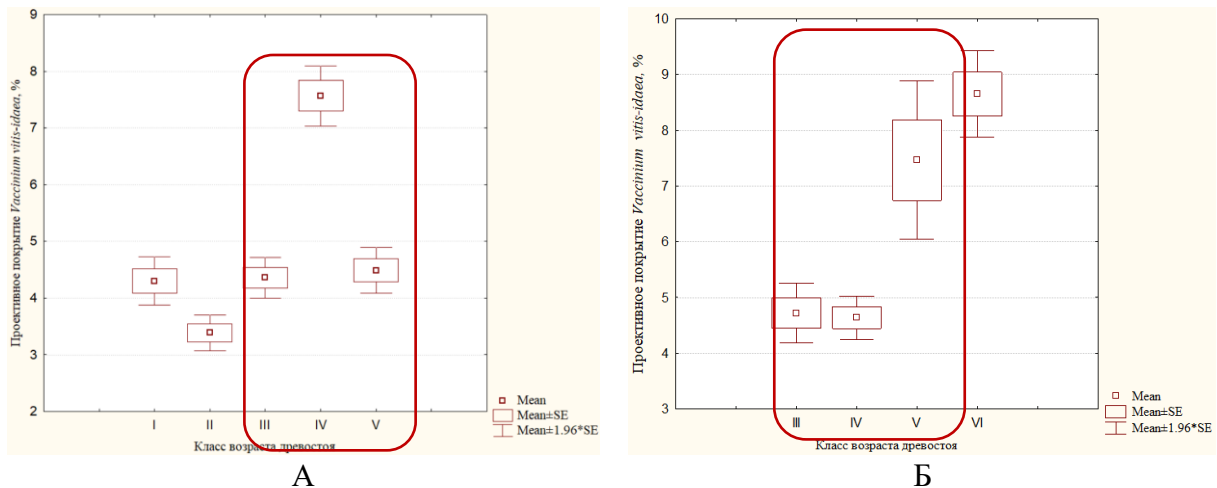
Цель – сравнить урожайность лекарственного сырья и проективное покрытие *Vaccinium vitis-idaea* искусственных и естественных сосняков мшистых Гродненской пущи.

Материалы и методы. Мониторинговые ресурсоведческие изыскания ценопопуляций *V. vitis-idaea* осуществляли в период с 2018 по 2022 г. на территории лесного массива Гродненская пуща (Августовское лесничество Гродненского лесхоза). Ресурсоведческие изыскания проводили методом проективного покрытия [4; 5]. Сбор лекарственного сырья *Cormi Vitis idaeae* (облиственные побеги *V. vitis-idaea*) осуществляли во второй половине августа с 980 учетных площадок ($S = 1 \text{ м}^2$) на 27 пробных площадях (400 м^2) в I–V классах возраста древостоя искусственных сосняков мшистых и III–VI классах возраста древостоя естественных сосняков мшистых. Для сравнения использовали данные по общим возрастным диапазонам древостоя (III–V классы возраста, $\sum_{\text{пробных площадей}} = 19$). Статистическую обработку данных проводили в Statistica 7 и PAST 5.0.2 [5].

Результаты исследований. При сравнении изученных ценопопуляций *V. vitis-idaea* в искусственных и естественных сосняках мшистых по обилию отмечен одинаковый диапазон изменчивости в возрастных рядах – от 1 до 13 %. При сравнении обилия *V. vitis-idaea* в искусственных и естественных сосняках мшистых III–VI классов возраста древостоя достоверные различия отмечены в приспевающих и спелых сообществах ($p < 0,05$, рисунок 1). Достоверные различия между средневозрастными сообществами не выявлены ($p < 0,05$).

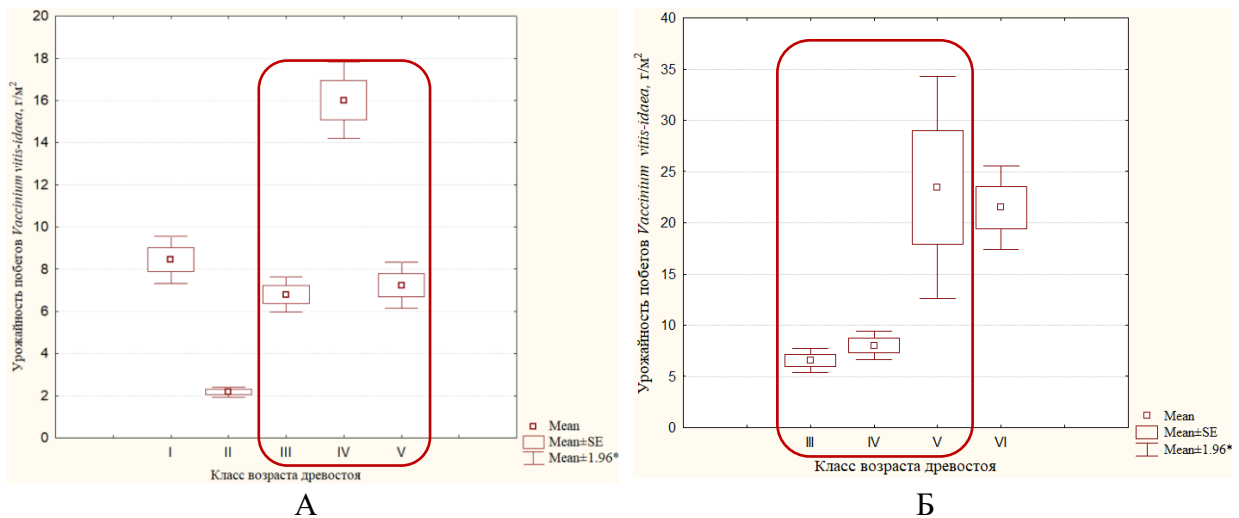
Урожайность побегов *V. vitis-idaea* (возд.-сух.) в возрастных рядах культур и естественных сосняков мшистых находится в пределах 1–54 г/м².

Достоверные различия по урожайности *V. vitis-idaea* между искусственными и естественными сосняками мшистыми возраста древостоя отмечены в приспевающих и спелых фитоценозах ($p < 0,05$), представлены на рисунке 2. В III классе возраста древостоя достоверные различия не выявлены ($p = 0,183$).



Рамкой бордового цвета выделены сравниваемые диапазоны классов древостоя (III–V) для лесных культур и насаждений естественного происхождения; Mean – среднее арифметическое, Mean $\pm$ SE – ошибка среднего арифметического, Mean – среднее арифметическое, SE – ошибка среднего арифметического, Mean 1,96*SE – 95 % доверительный интервал

Рисунок 1 – Изменчивость проективного покрытия *Vaccinium vitis-idaea* в искусственных (А) и естественных (Б) сосняках мшистых



Рамкой бордового цвета выделены сравниваемые диапазоны классов древостоя (III–V) для лесных культур и насаждений естественного происхождения; Mean – среднее арифметическое, Mean $\pm$ SE – ошибка среднего арифметического, Mean – среднее арифметическое, SE – ошибка среднего арифметического, Mean 1,96*SE – 95 % доверительного интервала для среднего значения

Рисунок 2 – Изменчивость урожайности *Vaccinium vitis-idaea* в искусственных (А) и естественных (Б) сосняках мшистых

Заключение. Сравнение урожайности и проективного покрытия *V. vitis-idaea* в III–V классах возраста древостоя, сформированных искусственным и естественным путем, показал, что конвергенция ценотической структуры *V. vitis-idaea* в изученных динамических рядах происходит в средневозрастных сосняках мшистых. Данные сообщества характеризуются достоверно ($p > 0,05$) сходными значениями данных параметров *V. vitis-idaea*: проективное покрытие – преимущественно 2–6 %, урожайность побегов – преимущественно 2–15 г/м² и дивергенция ($p < 0,05$) приспевающих и спелых сосняках мшистых.

Список использованной литературы

1. Государственная фармакопея Республики Беларусь : в 2 т. / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, Центр экспертиз и испытаний в здравоохранении. – Мн., 2007. – Т. 2 : Общие и частные фармакопейные статьи. – 471 с.
2. Морозов, О. В. Брусника обыкновенная (*Vaccinium vitis-idaea* L.) сосновых лесов Беларуси / О. В. Морозов. – Мн. : Право и экономика, 2006. – 111 с.
3. Буданцев, А. Л. Ресурсоведение лекарственных растений : метод. пособие к производств. практике для студентов фармацевт. фак. / А. Л. Буданцев, Н. П. Харитонов. – СПб. : СПХФА, 1999. – 87 с.
4. Егоров, А. А. Ботаническое ресурсоведение : метод. указания для студентов направления подготовки 35.03.01 «Лесное дело» / А. А. Егоров. – СПб. : СПбГЛТУ, 2015. – 36 с.
5. Hammer, Ø. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis / Ø. Hammer, D. A. T. Harper, P. D. Rayan // Palaeontologia Electronica. – 2001. – Vol. 4, № 1. – P. 1–9.

К содержанию

УДК 504.054

Ю. А. СВИСТУН

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

Научный руководитель – В. В. Филипович, магистр, преподаватель

ОЦЕНКА СЕЗОННОЙ ДИНАМИКИ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ПРИДОРОЖНЫЕ ТЕРРИТОРИИ Г. ГРОДНО ПО ИНТЕНСИВНОСТИ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА И КОНЦЕНТРАЦИИ УГАРНОГО ГАЗА (СО)

Актуальность. Стремительный рост уровня автомобилизации сделал транспорт ведущим источником загрязнения атмосферного воздуха в Республике Беларусь, на долю которого в крупных городах приходится до 80 % суммарных антропогенных выбросов [1]. В условиях г. Гродно, характеризующегося плотной исторической застройкой и сложной

планировкой улиц, оценка уровня придорожной антропогенной нагрузки по интенсивности транспортных потоков приобретает особую значимость для обеспечения экологической безопасности населения.

Цель – провести сравнительную оценку уровня антропогенной нагрузки по концентрации угарного газа СО на различных участках дорожной сети г. Гродно в зависимости от интенсивности транспортного потока в летний, осенний и зимний периоды.

Материалы и методы. Исследования выполнены в 2025–2026 гг. в летний, осенний и зимний периоды на пяти репрезентативных площадках г. Гродно: ПП № 1 – ул. Старомалыщинская (53.709452, 23.867881), открытая периферийная зона с высокой аэрацией; ПП № 2 – лесопарк «Румлево» (53.658972, 23.857480), интенсивно продуваемый участок магистрали на мосту через р. Неман; ПП № 3 – ул. Буденного (53.679925, 23.842697), центральный транспортный узел с плотной застройкой и продольным уклоном 2°; ПП № 4 – ул. Курчатова (53.706410, 23.828864), промышленно-селитебная зона на ровном рельефе с защитной лесополосой; ПП № 5 – ул. Виленская (53.683302, 23.830656), участок исторического центра с низкой аэрацией и значительным продольным уклоном 4–6°.

Учет интенсивности движения проводился в фиксированный день недели дважды в сутки (13:00–14:00 и 17:00–18:00) с последующим усреднением дневных и вечерних значений для исключения кратковременных флуктуаций.

Концентрация СО рассчитывалась по методике А. И. Федоровой и А. Н. Никольской [2] с дифференцированным учетом типов транспортных средств для определения коэффициента токсичности. Итоговый показатель определялся с учетом фонового уровня и поправочных коэффициентов (аэрация, уклон, метеоусловия) и сравнивался с ПДК 5,0 мг/м³ [3].

Результаты исследований. Мониторинг транспортной сети г. Гродно позволил оценить фактическую степень антропогенного давления на городскую среду. Выявлена четкая зависимость уровня загрязнения атмосферы от интенсивности движения и ландшафтно-планировочных характеристик участков. Результаты учета интенсивности движения представлены на рисунке 1.

Согласно рисунку 1, максимум интенсивности характерен для ПП № 2 (2400–2750 авт./час) как ключевой связующей артерии, минимум – для периферийной ПП № 1 (800–950 авт./час). Осенний рост трафика на большинстве точек обусловлен восстановлением деловой активности и началом учебного года. Резкий скачок интенсивности на ПП № 5 в зимний период (до 2400 авт./час) объясняется статусом центра как административно-делового узла: при низких температурах происходит массовый отказ населения от пешего передвижения в пользу личного транспорта.

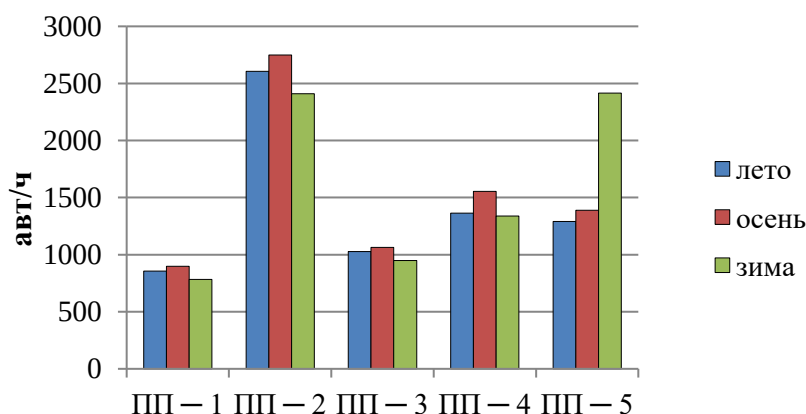


Рисунок 1 – Сезонная динамика интенсивности транспортного потока на исследуемых пробных площадках г. Гродно

На основании полученных данных об интенсивности и составе транспортного потока, а также учета планировочных коэффициентов была рассчитана концентрация оксида углерода для исследуемых участков. Анализ выявил, что максимальная нагрузка зафиксирована на ПП № 2, где уровень загрязнения превышает предельно допустимую концентрацию (далее – ПДК) более чем в два раза (до 11,35 мг/м³). При этом на ПП № 5, несмотря на вдвое меньший трафик, показатели сопоставимы (9,64 мг/м³), что подтверждает гипотезу о значительном влиянии узкого профиля улиц и уклонов на удержание выбросов в историческом центре. Динамика расчетных значений K_{CO} представлена на рисунке 2.

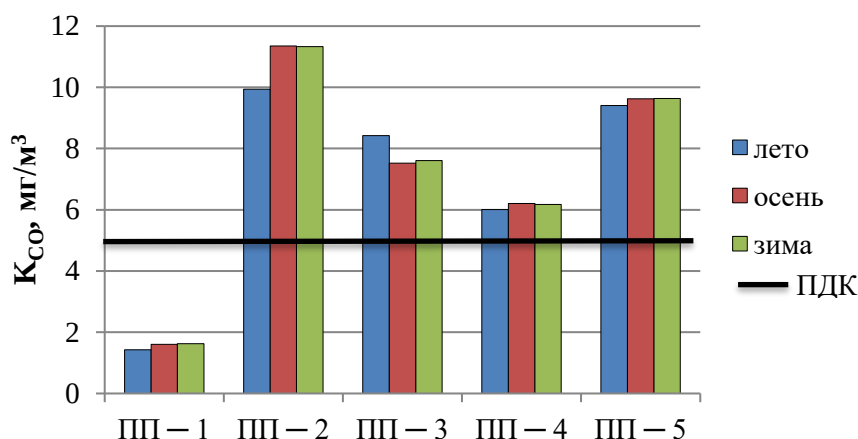


Рисунок 2 – Расчетная концентрация оксида углерода (K_{CO}) на пробных площадках в зависимости от сезона года

Самой чистой точкой признана ПП № 1 (в три раза ниже ПДК) благодаря открытому рельефу. Стабильно высокий уровень загрязнения

зимой при общем снижении числа машин объясняется повышенной влажностью, замедляющей рассеивание газов в холодный период.

Заключение. Выявлена неоднородность трафика г. Гродно с критическим превышением ПДК (более чем вдвое) на ПП № 2. Установлено, что планировочные факторы центра и метеоусловия зимы поддерживают высокий уровень загрязнения даже при снижении интенсивности движения. Результаты обосновывают необходимость оптимизации транспортных схем и развития защитного озеленения на наиболее загруженных улицах города.

Список использованной литературы

1. Национальный доклад о состоянии окружающей среды Республики Беларусь за 2019–2022 годы / М-во природ. ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь. – Мн., 2023. – 172 с.
2. Федорова, А. И. Практикум по экологии и охране окружающей среды : учеб. пособие / А. И. Федорова, А. Н. Никольская. – М. : ВЛАДОС, 2003. – 288 с.
3. Об утверждении гигиенических нормативов : постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 25 янв. 2021 г. № 37 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22100037&p1=1&p5=0> (дата обращения: 23.04.2026).

К содержанию

УДК 595.762.12:574.4(476.2)

А. И. СИДОРЕНКО

Гомель, ГГУ имени Ф. Скорины

Научный руководитель – Н. Г. Галиновский, канд. биол. наук, доцент

К ИЗУЧЕНИЮ АССАМБЛЕЙ ЖУЖЕЛИЦ (COLEOPTERA: CARABIDAE), ПРИУРОЧЕННЫХ К НЕФТЯНЫМ СКВАЖИНАМ В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Актуальность. Республика Беларусь активно разрабатывает нефтяные месторождения в Гомельской области. Это является важным элементом топливно-энергетического баланса нашей страны и ее экономической независимости.

Влияние строительства и эксплуатации нефтяных скважин на наземных членистоногих подтверждается рядом современных исследований [1; 2]. Членистоногие, включая жуужелиц, являются важнейшими индикаторами состояния экосистем, и воздействие на них может иметь каскадные последствия для всего биоценоза.

В связи с этим на протяжении ряда лет усилиями специалистов Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины проводятся исследования по оценке влияния строительства и эксплуатации нефтяных скважин на видовой состав и разнообразие в ассамблеях наземных членистоногих в экосистемах, измененных под воздействием техногенного пресса.

Целью исследований – выявление видowego состава и параметров альфа-разнообразия в ассамблеях жужелиц лесных экосистем, трансформированных в результате строительства и эксплуатации нефтяных скважин.

Материалы и методы. Исследования проводились в период с 2019 по 2025 г. на следующих участках:

- стационар 1 – скважина № 127 Южно-Осташковичского нефтяного месторождения (представлена экотонном – смежной полосой с лугово-кустарниковой растительностью между зоной отчуждения скважины и лесной стацией);

- стационар 2 – скважина № 174 Южно-Осташковичского нефтяного месторождения (представлена лесной стацией);

- стационар 3 – скважина № 4 Северо-Домановичского нефтяного месторождения (расположена в условиях угнетенного вырубкой лесного массива);

- стационар 4 – скважина № 53 Северо-Домановичского нефтяного месторождения (расположена в условиях лесного массива с экотонной зоной в виде травяно-кустарниковой растительности);

- стационар 5 – скважина № 2 Кузьминского нефтяного месторождения (представлена лесной стацией – вырубкой посреди лесного массива);

- стационар 6 – скважина № 14 Карташовского нефтяного месторождения (представлена лесной стацией после вырубки с широкой зоной отчуждения с песчаной почвой и редкой травянистой растительностью);

- контрольный участок, не подверженный техногенному воздействию (лесная стация).

Сбор жужелиц проводился при помощи почвенных ловушек (фиксатор – формалин), которые выставлялись из расчета 20 почвенных ловушек на один стационар. На участках с нефтяными скважинами ловушки выставлялись в линию по мере удаления от края отваловки скважины.

Первичные расчетные электронные таблицы по видовому составу и численности составлялись с использованием программного офисного пакета Libre Office 25.2. Расчет параметров альфа-разнообразия проводился с использованием пакета PAST 4.17 [3], доминирование в ассамблеях определялось по шкале Ренконнена [4]. Видовые названия и таксономический порядок жужелиц приведены согласно «Каталогу жесткокрылых Беларуси» [5].

Результаты исследований. За весь период исследований было обработано 1078 экземпляров имаго жуужелиц, относящихся к 34 видам из 15 родов. Наибольшее видовое богатство жуужелиц (30 видов) было отмечено на контрольном участке, на территории скважины № 174, – 20 видов, и оно было близким по этому параметру к скважине № 127 – 18 видов, обе скважины относятся к Южно-Осташковскому нефтяному месторождению. Наименьшее же видовое богатство было зафиксировано в ассамблеях жуужелиц около скважины № 2 Кузьминского нефтяного месторождения (8 видов) и около скважины № 4 Северо-Домановичского нефтяного месторождения (11 видов).

Необходимо также выделить ряд видов, которые были обнаружены на всех исследованных участках: *Harpalus (Pseudoophonus) rufipes* (De Geer, 1774), *Harpalus* (s. str.) *tardus* (Panzer, 1797) и *Amara* (s. str.) *aenea* (De Geer, 1774). Также нами были выявлены виды жуужелиц, которые встречались только около скважин и не были выявлены на контрольном участке: *Carabus (Hemicarabus) nitens* (Linnaeus, 1758), *Carabus* (s. str.) *arcensis arcensis* (Herbst, 1784), *Cicindela* (s. str.) *hybrida hybrida* (Linnaeus, 1758), *Cicindela* (s. str.) *sylvatica sylvatica* (Linnaeus, 1758), *Cylindera* (s. str.) *germanica germanica* (Linnaeus, 1758), *Dyschirius* (s. str.) *thoracicus* (Rossi, 1790), *Dyschirius (Eudyschirius) globosus* (Herbst, 1784), *Broscus* (s. str.) *cephalotes* (Linnaeus, 1758), *Bembidion* (s. str.) *quadrimaculatum quadrimaculatum* (Linnaeus, 1761), *Harpalus* (s. str.) *affinis* (Schränk, 1781), *Harpalus* (s. str.) *anxius* (Duftschmid, 1812), *Harpalus* (s. str.) *flavescens* (Piller et Mitterpacher, 1783), *Stenolophus* (s. str.) *mixtus* (Herbst, 1784) и *Calathus (Neocalathus) melanocephalus melanocephalus* (Linnaeus, 1758). Виды, обитавшие только на контрольном участке, замечены не были. Таким образом, выделяется своеобразный пул видов, тяготеющих к техногенно нарушенным ценозам, а виды, которые смогли заселить участки измененной поймы, не были обнаружены.

Анализ видового состава и обилия жуужелиц выявил существенные различия в структуре сообществ исследованных нефтяных месторождений. Основу ассамблей на большинстве участков составляют виды родов *Calathus* и *Harpalus*, что характерно для нарушенных и открытых биотопов.

Состав доминирующих видов жуужелиц значительно различался в разных исследованных точках. Общими доминантами на всех исследованных территориях были два вида – *Harpalus* (s. str.) *rubripes* (Duftschmid, 1812) и *Calathus (Neocalathus) micropterus* (Duftschmid, 1812).

Заключение. При анализе видовой структуры, численности и альфа-разнообразия в исследованных ассамблеях жуужелиц было выявлено, что в целом наиболее разнообразны ассамблеи жуужелиц на территории, примыкавшей к скважине № 174 (Южно-Осташковское нефтяное

месторождение), и это указывает на сложную пространственно-временную структуру сообщества и благоприятные условия среды обитания. Самой бедной или несбалансированной ассамблеей являлась приуроченная к скважине № 2 Кузьминского нефтяного месторождения. Вероятнее всего, это может говорить об умеренном нарушении или о мозаичности биотопа.

Список использованной литературы

1. Tiago, P. Assessing Ecological Gains: A Review of How Arthropods, Bats and Birds Benefit from Green Roofs and Walls / P. Tiago, A. I. Leal, C. M. Silva // *Environments*. – 2024. – № 11 (4). – P. 76–90.
2. Fernandes, K. Mining exploration infrastructure affects biophysical habitat characteristics and ground-dwelling arthropod communities / K. Fernandes, S. Clark-Ioannou, B. J. Saunders [et al.] // *Biodiversity and Conservation*. – 2024. – № 33. – P. 2465–2486.
3. Hammer, Ø. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis / Ø. Hammer, D. A. T. Harper, P. D. Rayan // *Palaeontologia Electronica*. – 2001. – Vol. 4, № 1. – P. 1–9.
4. Renkonen, O. Statistish-Okologiske Untersuchungen uber die terrestrische Kaferwelt der finnischen Bruchmoore / O. Renkonen // *Ann. Zool. Bot. Soc. Fennicae*. – 1938. – № 6. – P. 1–30.
5. Aleksandrowicz, O. The Check-list of Belarus Coleoptera / O. Aleksandrowicz, A. Pisanenko, S. Pyndevich [et al.]. – Slupsk, 2023. – 192 p.

К содержанию

УДК 579.6

Э. Ю. СИДОРОВСКАЯ

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

Научный руководитель – И. С. Жебрак, канд. биол. наук

ВЛИЯНИЕ МИКРОМИЦЕТОВ *TRICHODERMA* SPP. НА ПОЧВЕННЫЙ МИКРОБНЫЙ КОМПЛЕКС

Актуальность. Биопрепараты на основе микроорганизмов – перспективная альтернатива химическим средствам в сельском хозяйстве. Грибы рода *Trichoderma* известны способностью подавлять фитопатогены, стимулировать рост растений и повышать их устойчивость к стрессам. Их популярность обусловлена способностью производить несколько сотен вторичных метаболитов, часть из которых являются антимикробными [1]. Основным ограничением при использовании этих грибов является нестабильность их действия в полевых условиях. Для исключения возможных нежелательных последствий применения штаммов *Trichoderma spp.* необходима соответствующая экологическая оценка [2].

Цель – установить влияние биопрепарата на основе *Trichoderma* на почвенный микробиоценоз.

Материалы и методы. Биопрепарат готовили на основе *Trichoderma*. Микромицеты выделили из лесной почвы методом глубокого посева образцов в среду Чапека [4]. Получили чистую культуру *Trichoderma spp.*, из которой приготовили суспензию спор и мицелия смывом с агара. Концентрацию спор в препарате ($4,3 \times 10^5$ пропагул/мл) определяли в камере Горяева [5].

Оценку влияния препарата *Trichoderma* на почвенный микробный комплекс проводили в трех вариантах с дерново-подзолистой почвой (по 200 г). Вносили: 1) 25 мл воды (контроль); 2) 25 мл исходного препарата; 3) 25 мл 2-кратно разведенного. После 45-дневной инкубации при 20 °С определяли численность микроорганизмов методом посева на питательные среды: мясопептонный агар (далее – МПА) (аммонификаторы, способствующие разложению азотсодержащих органических соединений с образованием аммиака), крахмал-аммиачная среда (далее – КАА) (амилолитики, использующие минеральный азот), почвенный агар (далее – ПА) (олиготрофы). Рассчитывали коэффициент минерализации/иммобилизации Мишустина – соотношение бактерий, минерализующих азот, и бактерий-аммонификаторов (КАА/МПА), коэффициент педотрофности Никитина – соотношение микроорганизмов, растущих на ПА и МПА (ПА/МПА), коэффициент трансформации органических соединений $K_{тр} = (МПА + КАА) \times (МПА/КАА)$ [1; 3].

Результаты исследований. Через 45 дней после внесения суспензии с грибом в почву выявили повышение численности аммонификаторов в 1,6–4,1 раза и снижение в 1,5–3 раза количества амилолитиков по сравнению с контролем. Численность олиготрофов снижалась в 3 раза только в почве с внесением высокой дозы, в образце с разведенным препаратом их количество было сравнимо с контролем (таблица).

Таблица – Количество микроорганизмов и коэффициенты в зависимости от дозы препарата на основе *Trichoderma*

Варианты опыта	Численность микроорганизмов			Коэффициенты		
	МПА ($\times 10^6$) КОЕ/г почвы	КАА ($\times 10^6$) КОЕ/г почвы	ПА ($\times 10^6$) КОЕ/г почвы	Минерализации (КАА/МПА)	педотрофности (ПА/МПА)	трансформации органического вещества
Контроль	$3,6 \pm 0,9$	$0,3 \pm 0,03$	$9,1 \pm 0,9$	0,107	2,512	47
Опыт № 1	$5,7 \pm 0,5$	$0,1 \pm 0,01$	$3,2 \pm 0$	0,022	0,570	331
Опыт № 2	$15 \pm 0,2$	$0,2 \pm 0,1$	$9,1 \pm 2,8$	0,016	0,601	1140

На основе численности ключевых эколого-трофических групп рассчитаны коэффициенты, отражающие микробные взаимоотношения. В образцах инокулированной почвы коэффициент минерализации был меньше в 4,8–6,7 раза, чем в контрольной почве, и составлял 0,016–0,022. Коэффициент минерализации во всех образцах был меньше 1, что свидетельствует о процессах минерализации азота (если больше 1, то в почве преобладает процесс иммобилизации азота). При применении биопрепарата коэффициент в опытных образцах существенно снижался относительно контроля. Это свидетельствует о том, что внесение микромицетов гриба усиливает процессы минерализации углеводов в почве, о сбалансированности процессов минерализации, т. е. об отсутствии угрозы разложения гумусовых веществ почвы.

Коэффициент педотрофности в опытных образцах снижался примерно в 4 раза по сравнению с контролем. Индекс педотрофности показывает степень развития микроорганизмов, относящихся к автохтонной экологической нише и участвующих в новообразовании гумусовых соединений. Чем выше этот индекс, тем более среда приближена к естественным ценозам (обладает большей устойчивостью к негативным воздействиям). Снижение индекса свидетельствует о том, что количество подвижных органических веществ в почве повышается по сравнению с контролем, поэтому микробоценоз в образцах с внесением препарата с *Trichoderma* находится в неустойчивом состоянии и подвержен негативным воздействиям.

Коэффициент трансформации органических остатков в опытных вариантах почвы значительно выше (в 7–24 раза), чем в контроле, что, возможно, объясняется участием внесенных микромицетов в трансформации органических веществ.

Закключение. Биопрепарат оказывает положительное действие на аммонификаторов почвы, ускоряет процессы минерализации углеводов и трансформации органического вещества. Высокие концентрации препарата подавляют аборигенные микроорганизмы, что приводит к неустойчивости микробного комплекса. Разведенный препарат поддерживает более сбалансированную структуру почвенного микробоценоза. Полученные данные подтверждают необходимость экологической оценки и дозирования биопрепаратов на основе *Trichoderma*. Полевая доза должна корректироваться с учетом исходного состояния почвы для достижения эффекта без нарушения экологического равновесия.

Список использованной литературы

1. Гнеушева, И. А. Биологическая активность грибов рода *Trichoderma* и их промышленное применение / И. А. Гнеушева, Н. Е. Павловская, И. В. Яковлева // Вестник Орловского государственного аграрного университета. – 2010. – № 3. – С. 36–39.

2. Влияние нового биокомпозита на основе грибов рода триходерма на почвенные микроорганизмы и растения разных таксонов / А. А. Калинин, Д. С. Давидюк, Н. А. Боков [и др.] // Теоретическая и прикладная экология. – 2021. – № 2. – С. 117–121.

3. Микробиологические и биохимические свойства почв при разных сроках применения системы органического земледелия / В. И. Кулагина, Л. М. Сунгатуллина, Р. Р. Шагидуллин [и др.] // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Серия: Биология. Химия. – 2025. – Т. 11, № 2. – С. 132–144.

4. Звягинцев, Д. Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии : учеб. пособие / Д. Г. Звягинцев, И. В. Асеева, М. М. Умаров. – М. : Изд-во МГУ, 1991. – 304 с.

5. Практикум по микробиологии : учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений / А. И. Нетрусов, М. А. Егорова, Л. М. Захарчук [и др.] ; под ред. А. И. Нетрусова. – М. : Академия, 2005. – 608 с.

К содержанию

УДК 58.02

Е. Ю. СИДУН

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

ФЛУКТУИРУЮЩАЯ АСИММЕТРИЯ ЛИСТЬЕВ КЛЕВЕРА ПОЛЗУЧЕГО В УСЛОВИЯХ ПОЧВ НЕКОТОРЫХ ПРИДОРОЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ Г. БРЕСТА

Актуальность. В условиях интенсивной урбанизации и роста транспортной нагрузки организация экологического мониторинга городской среды приобретает первостепенное значение. Особого внимания требуют придорожные территории, почвенный покров которых аккумулирует значительное количество загрязняющих веществ от автотранспорта. При этом на передний план выходят методы, способные оценить интегральный эффект воздействия поллютантов на живые организмы, на что традиционные физико-химические методы анализа, как правило, не способны. В этой связи эффективным подходом выступает биоиндикация, среди методов которой особое место занимает оценка флуктуирующей асимметрии (далее – ФА) морфологических структур растений. Среди достоинств метода – его доступность и простота применения, отсутствие необходимости в сложном оборудовании, возможность проведения массовых исследований и высокая чувствительность к уровню загрязнения среды.

Юго-западная часть г. Бреста является одной из наиболее активно развивающихся в городе: здесь запускаются новые автодороги, строятся новые здания и т. д. В связи с этим проведение мониторинговых

исследований на данных территориях г. Бреста является необходимым и позволяет не только дать актуальную комплексную оценку качества среды, но и проследить ее динамику со временем.

Материалы и методы. В качестве объектов исследования выступили почвы придорожных территорий четырех улиц г. Бреста: ул. Махновича, ул. В. Кескевича, ул. Варшавское шоссе, ул. Мытной. В качестве биоиндикатора был использован клевер ползучий – один из наиболее распространенных растительных объектов на изучаемой территории. В пределах каждого из объектов исследования было отобрано по 30 растений. Коэффициент флуктуирующей асимметрии (далее – КФА) рассчитывался для трех морфологических признаков тройчатого листа клевера: длина средней жилки (КФА₃) и ширина (КФА₁) крайних листочков, ширина от края листовой пластинки слева и справа до центральной жилки (КФА₂) среднего листочка тройчатого листа. Степень антропогенной нагрузки оценивали согласно балльной системе оценки качества среды обитания живых организмов по показателям флуктуирующей асимметрии высших растений [1].

Результаты исследований. Анализ значений коэффициента флуктуирующей асимметрии листьев клевера ползучего показал, что в условиях придорожных территорий сразу трех улиц (В. Кескевича, Мытная, Варшавское шоссе) выявлена сходная экологическая ситуация. Так, средний балл для этих территорий составил 2,33, что позволяет отнести экологическое состояние данных территорий к градации «относительно чисто» [1].

Несмотря на схожий средний балл, анализ отдельных значений КФА позволяет определить наиболее индикативный параметр при биоиндикации. Так, наибольшая дифференциация значений отмечена для среднего листочка тройчатого листа. В связи с этим мы считаем, что наиболее благоприятная экологическая ситуация наблюдается на ул. В. Кескевича, где зафиксировано минимальное значение КФА₂ (таблица). Это указывает на отсутствие значительного стрессового воздействия в сравнении с другими изучаемыми объектами, что характерно для новых, слабо освоенных районов.

Таблица – Коэффициенты флуктуирующей асимметрии (КФА)

Улица	КФА ₁	Оценка (балл)	КФА ₂	Оценка (балл)	КФА ₃	Оценка (балл)	Средний балл
Махновича	0,0025	2	0,0668	5	0,0082	2	3,00
В. Кескевича	0,0022	2	0,017	3	0,0022	2	2,33
Варшавское шоссе	0,0014	1	0,0374	4	0,0042	2	2,33
Мытная	0,0014	1	0,0273	4	0,0029	2	2,33

Более сложная ситуация выявлена в пределах ул. Мытной и Варшавского шоссе, что отражается в более высоком КФА₂.

Наиболее же негативная ситуация выявлена на ул. Махновича (интенсивное движение, высокая плотность застройки, наличие торгового центра «Варшавский»). Несмотря на низкий КФА по регистрируемым признакам боковых листочков, показатель, рассчитанный для ширины половинок среднего листочка, оказался критически высоким – 0,0668, а средний балл составил 3,0.

Заключение. Проведенное исследование флуктуирующей асимметрии листьев клевера ползучего на придорожных территориях юго-западной части г. Бреста позволяет отнести их актуальное экологическое состояние к грациям «относительно чисто» и «загрязнено». Полученные результаты могут быть использованы для организации дальнейшего мониторинга почвенного покрова и разработки мероприятий по оптимизации экологической обстановки в городе.

Список использованной литературы

1. Стрельцов, А. Б. Региональная система биологического мониторинга / А. Б. Стрельцов. – Калуга : Изд-во Калуж. ЦНТИ, 2003. – 150 с.

К содержанию

УДК 598.2

В. В. СТАСЮКЕВИЧ

Минск, БГУ

Научный руководитель – В. В. Гричик, доктор биол. наук, профессор

СООБЩЕСТВА ПТИЦ, ФОРМИРУЮЩИЕСЯ В УСЛОВИЯХ ВТОРИЧНО ЗАБОЛОЧЕННОГО ТОРФЯНИКА МОРОЧНО (СТОЛИНСКИЙ РАЙОН, БРЕСТСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Актуальность. Болото Морочно – одно из крупнейших верховых болот Западного Полесья. Водно-болотный массив расположен в Столинском районе Брестской области, на границе между Республикой Беларусь и Украиной [1; 2]. В период широкомасштабной мелиоративной кампании (1940-е – 1980-е гг.) значительная часть болота была подвергнута антропогенным изменениям, что привело к деградации естественных болотных экосистем [3; 4].

В марте 2009 г. в рамках мероприятий, реализуемых согласно проекту ПРООН/ГЭФ, было осуществлено повторное заболачивание выработанных участков торфяника Морочно [5, 6].

В результате реализации комплекса мер по восстановлению гидрологического режима торфяных месторождений создаются предпосылки

для формирования сообществ птиц, свойственных водно-болотным угодьям, в т. ч. малочисленных и имеющих природоохранный статус. Однако, несмотря на очевидную экологическую значимость данных процессов, целенаправленных исследований по структуре и динамике населения птиц на ранних стадиях повторного обводнения на территории торфоразработки Морочно до настоящего времени не проводилось.

Цель работы – определить видовой состав сообществ птиц, формирующихся в условиях вторично заболоченного торфяника Морочно.

Материалы и методы. Исследования вторично заболоченной торфоразработки Морочно проводились 18–19 мая 2025 г. Нами был обследован участок площадью 660 га, расположенный вблизи одноименного водохранилища Морочно. Учет птиц осуществлялся комбинированным методом, сочетающим стандартные орнитологические методы исследования (маршрутные и точечные наблюдения) [7]. При учете птиц использовалась оптическая техника: бинокль (кратность 10×50) и подзорная труба (Veber 25-75×100 Pro). Видовая принадлежность определялась с использованием полевого определителя [8] и аудиозаписей голосов водно-болотных птиц.

Результат исследований. Большая часть территории торфоразработки Морочно покрыта тростниково-рогозовыми зарослями с чередующимися мелководными осоковыми участками (49 %). В северо-восточной части, на границе с водохранилищем Морочно, прогрессирует ивняк – 16 % от всей площади. На 24 % территории отмечены признаки формирования верхового болота (образование развитого слоя мхов, наличие кочек), однако из-за нарушения и нестабильности гидрологического режима происходит прогрессивное зарастание тростником. На долю открытых водных пространств приходится лишь 11 % (юго-восточная часть торфяника).

Формирующиеся сообщества птиц представлены 31 видом из 6 отрядов: Ciconiformes – 1 вид; Anseriformes – 5 видов; Gruiformes – 2 вида; Charadriiformes – 5 видов; Piciformes – 1 вид; Passeriformes – 17 видов. Из них к водно-болотным птицам относится 17 видов, что составляет 54,8 % от общего числа (таблица).

Таблица – Видовой состав, характер пребывания и численность водно-болотных видов птиц торфоразработки Морочно

Вид	Характер пребывания	Численность, пар
1. <i>Cygnus cygnus</i>	гнп	1
2. <i>Anser fabalis</i>	в	3 ос. (1♂+2♀)
3. <i>Anas crecca</i>	гн	3
4. <i>Mareca strepera</i>	гн	10
5. <i>Anas platyrhynchos</i>	гн	30
6. <i>Zapornia parva</i> **	гн	2*

Продолжение таблицы

7. <i>Grus grus</i> **	ГН	70
8. <i>Himantopus himantopus</i>	К	+
9. <i>Gallinago gallinago</i>	ГН	+
10. <i>Tringa glareola</i>	ГН	+
11. <i>Chroicocephalus ridibundus</i>	ГНП	+
12. <i>Sterna hirundo</i>	ГНВ	+
13. <i>Locustella luscinioides</i>	ГН	+
14. <i>Acrocephalus palustris</i>	ГН	+
15. <i>Acrocephalus scirpaceus</i>	ГН	+
16. <i>Acrocephalus arundinaceus</i>	ГН	+
17. <i>Emberiza schoeniclus</i>	ГН	+

Примечание – ** – вид занесен в Красную книгу Республики Беларусь; ГН – гнездящиеся; ГНП – гнездование предполагается в окрестностях торфопеработки; ГНВ – гнездование вероятно; К – кочующие или мигрирующие; В – вид наблюдается в гнездовой период; 2* – условная пара; «+» – вид отмечается на территории, специализированных учетов не проводилось.

Следует пояснить подход к оценке обилия разных систематических групп. Если для большинства гусеобразных (Anseriiformes) и журавлеобразных (Gruiformes) оказалось возможным привести абсолютные показатели численности гнездящихся пар, то для представителей отряда ржанкообразных (Charadriiformes) в таблице отмечено лишь присутствие видов без количественных оценок, что обусловлено биологическими особенностями птиц и связанной с ними спецификой методов учета. Представители ржанкообразных, в частности кулики, характеризуются крайне неравномерным распределением по территории и скрытым образом жизни в гнездовой период. Использование на начальном этапе исследований стандартных маршрутных методов учета не позволяет получить достоверные данные по абсолютной численности этих видов без применения специализированных методик (поиск гнезд, наблюдение на токах, учет выводков), что требует значительно большего времени и выходит за рамки первого этапа инвентаризации фауны.

Подавляющее большинство водно-болотных видов (14 из 17) являются гнездящимися, что свидетельствует о завершенности сукцессионных процессов на уровне формирования пригодных для размножения стадий. Особого внимания заслуживает присутствие видов, имеющих малочисленный и природоохранный статус (*Grus grus* – III категория охраны; *Zapornia parva* – IV категория охраны) [9]. Высокая численность серого журавля (70 пар) дает основание говорить об успешных процессах вторичного заболачивания на торфопеработке Морочно и рассматривать данную территорию как одно из ключевых мест гнездования этого вида в регионе. Регистрация видов птиц, внесенных в Красную книгу Республики

Беларусь, подтверждает, что повторное обводнение торфяников создает благоприятные условия не только для массовых, но и для редких видов птиц, требовательных к структуре местообитаний.

Заключение. Таким образом, проведенное исследование показывает, что мероприятия по восстановлению гидрологического режима торфяника Морочно привели к формированию типичных сообществ водно-болотных птиц, включающих как фоновые, так и редкие охраняемые виды. Полученные данные подтверждают высокую эффективность ренатурализации как метода восстановления биологического разнообразия на деградированных торфяниках.

Список использованной литературы

1. Жилинский, Д. Ю. Динамика лесных фитоценозов под влиянием осушительной мелиорации (на примере болота Морочно) / Д. Ю. Жилинский, Д. Г. Груммо // Ботаника (исследования). – 2012. – Вып. 41. – С. 216–233.
2. Лежневич, В. А. Ландшафтно-геохимические особенности выработанных торфоучастков месторождения Морочно / В. А. Лежневич // IV Машеровские чтения : материалы междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Витебск, 28–29 окт. 2010 г. Т. 1 / ВГУ им. П. М. Машерова. – Витебск, 2010. – С. 126–127.
3. Кухарик, Е. А. Техногенная трансформация земной поверхности восточной части болотного массива Морочно (Белорусское Полесье) / Е. А. Кухарик, О. Н. Ратникова, А. С. Глаз, П. П. Крапивин // Степи Северной Евразии : материалы X Междунар. симп., Оренбург, 27 мая – 2 июня 2024 г. / ИС УрО РАН ; под общ. ред. акад. РАН А. А. Чибилёва. – Оренбург : ОГУ, 2024. – С. 693–697.
4. Волчек, А. А. К вопросу влияния торфяных разработок на гидрологический режим (на примере болотного массива Морочно) / А. А. Волчек, Н. Н. Шпендик, А. И. Хинич // Проблемы водоснабжения, водоотведения и энергосбережения в западном регионе Республики Беларусь : сб. материалов междунар. науч.-техн. конф., посвящ. 65-летию Победы в Великой Отечеств. войне, Брест, 22–23 апр. 2010 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Брест. гос. техн. ун-т, Фак. водоснабжения и гидро-мелиорации ; редкол.: С. В. Басов [и др.]. – Брест : БрГТУ, 2010. – С. 55–59.
5. Отчет о реализации проекта ПРООН/ГЭФ «Ренатурализация и устойчивое управление торфяными болотами для предотвращения деградации земель, изменений климата и обеспечения сохранения глобально значимого биологического разнообразия». – Мн., 2010. – 47 с.
6. Морочно восстановлено // Родная прырода. – 2009. – № 4. – С. 2.
7. Гудина, А. Н. Методы учета гнездящихся птиц: Картирование территорий / А. Н. Гудина. – Запорожье : Дикое Поле, 1999. – 241 с.
8. Определитель птиц. Знакомство с птицами Беларуси / В. Юсис, С. Каралюс, Л. Раудоникис ; под ред. И. Самусенко. – Мн. : Альтиора Форте, 2020. – 248 с.
9. О редких и находящихся под угрозой исчезновения видах диких животных и дикорастущих растений, включаемых в Красную книгу Республики Беларусь : постановление М-ва природ. ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь от 14 марта 2025 г. № 10 / Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=W22543109> (дата обращения: 26.02.2026).

К содержанию

УДК 614.876:546.36

А. А. СУДНЕКО, С. А. ТАГАЙ, О. А. ШУРАНКОВА

Гомель, ГомГМУ

Научный руководитель – С. А. Калиниченко, канд. биол. наук, доцент

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНЫХ ДОЗ ВНУТРЕННЕГО ОБЛУЧЕНИЯ ОТ ИНГАЛЯЦИОННОГО ПОСТУПЛЕНИЯ ^{137}Cs НА ОТКРЫТОЙ ТЕРРИТОРИИ ЗОНЫ ОТЧУЖДЕНИЯ

Актуальность. Авария на Чернобыльской атомной электростанции стала одной из крупнейших техногенных катастроф в истории человечества. В результате выброса радиоактивных веществ в атмосферу значительные территории оказались загрязнены радионуклидами [1].

Несмотря на снижение по прошествии времени уровней радиационного фона в отношении γ -излучающих радионуклидов, определенные участки требуют строгого контроля и соблюдения мер радиационной безопасности. Важной задачей является минимизация радиационного воздействия на окружающую среду и население, а также поддержание условий для безопасного ограниченного использования природных экосистем и выполнения своих функциональных обязанностей персоналом Полесского государственного радиационно-экологического заповедника (ПГРЭЗ). Текущие исследования фиксируют медленную миграцию радионуклидов, что вызывает необходимость постоянного контроля за состоянием окружающей среды, в т. ч. радионуклидным составом аэрозолей воздуха и уровнем доз внутреннего облучения работников, обусловленным ингаляционным поступлением радионуклидов.

Цель – оценить эффективные дозы внутреннего облучения от ингаляционного поступления ^{137}Cs на открытой территории зоны отчуждения ПГРЭЗ.

Материалы и методы. Для оценки радиационного состояния атмосферного воздуха в мае – июне 2025 г. на девяти экспериментальных участках заповедника проводился отбор проб аэрозолей путем прокачки воздуха через аэрозольный фильтр FPM 1530 размером 270×230 мм с помощью цифрового высокообъемного воздухозаборного устройства VOPV-12 (VF Nuclear, Czech). Скорость потока воздуха составляла 100–130 м³/ч. В ходе исследования прокачен объем воздуха в пределах 260–500 м³. Определение объемной активности ^{137}Cs проводили на аэрозольных фильтрах с использованием γ -спектрометра Canberra (Canberra Industries, Inc.USA), пиковый сигнал γ -излучения ^{137}Cs составляет около 661,7 кэВ [2].

Расчет ингаляционной эффективной дозы внутреннего облучения проводили по формуле (1):

$$D = A \times t \times k_d,$$

где A – объемная активность воздуха (Бк/м³), t – время действия (сек), k_d – дозовый коэффициент (Зв/Бк·с)

Результаты исследований. Для оценки уровня радиационного загрязнения воздуха на пробных участках проведено измерение объемной активности ¹³⁷Cs аэрозольных частиц. Объемные активности ¹³⁷Cs служат важным индикатором радиационной обстановки и позволяют выявить участки с повышенной радиоактивной нагрузкой. Полученные данные позволяют судить о распределении ¹³⁷Cs в атмосферном воздухе и оценить потенциальные риски персонала, работающего в условиях радиоактивного загрязнения. В рамках исследования проведен сравнительный анализ уровней объемной активности радионуклидов ¹³⁷Cs, который дает возможность оценить распределение ¹³⁷Cs и выявить наиболее загрязненные участки (таблица 1). Полученные данные послужили основой для последующей оценки ингаляционной дозы внутреннего облучения (таблица 2).

Таблица 1 – Объемная активность ¹³⁷Cs в аэрозолях воздуха

Место отбора	Объем воздуха, м ³	Объемная активность, Бк/м ³
Новопокровское лесничество	286,0	$1,51 \times 10^{-2} \pm 0,29 \times 10^{-2}$
Тульговичское лесничество	260,1	$3,15 \times 10^{-2} \pm 0,61 \times 10^{-2}$
Воротецкое лесничество	313,1	$8,67 \times 10^{-4} \pm 3,07 \times 10^{-4}$
Станция Масаны	500,1	$3,77 \times 10^{-4} \pm 1,35 \times 10^{-4}$

Таблица 2 – Ингаляционная доза внутреннего облучения от ¹³⁷Cs в аэрозолях воздуха, рассчитанная на 1 час

Место отбора	Доза внутреннего облучения, Зв/ч	Неопределенность оценки дозы внутреннего облучения, Зв/ч
Новопокровское лесничество	$7,05 \times 10^{-7}$	$1,35 \times 10^{-7}$
Тульговичское лесничество	$1,47 \times 10^{-6}$	$2,86 \times 10^{-7}$
Воротецкое лесничество	$4,06 \times 10^{-8}$	$1,43 \times 10^{-8}$
Станция Масаны	$1,76 \times 10^{-8}$	$6,70 \times 10^{-9}$

Сравнительный анализ полученных доз внутреннего облучения проводили с использованием критерия Манна – Уитни (U-тест) для распределения, отличного от нормального. В результате анализа установлено достоверное различие ингаляционных доз внутреннего облучения на участках Тульговичского лесничества и исследовательской станции

Масаны ($p < 0,05$). Для оценки потенциальных рисков для населения полученные дозы внутреннего облучения сравнили с установленным нормативом, который, согласно международным рекомендациям и нормативам радиационной безопасности, составляет годовую дозу облучения для населения, 1 мЗв [3]. Исходя из допустимого значения годовой дозы облучения в расчете на 1 час при 36-часовой рабочей неделе, дозовый предел составляет $1,14 \times 10^{-4}$ мЗв/час. Таким образом, пребывание на участке Новопокровского лесничества создает 0,62 % от допустимой годовой дозы внутреннего облучения, на участке Тульговичского лесничества – 1,29 %, Воротецкого – 0,04 % и исследовательской станции Масаны – 0,02 %.

Заключение. На основании проведенных исследований можно сделать вывод о наличии достоверных различий в уровнях радиационного загрязнения воздуха по содержанию радионуклида ^{137}Cs на исследуемых участках. Максимальные значения объемной активности этого радионуклида зафиксированы в лесничествах Новопокровское и Тульговичское, что указывает на потенциально повышенную радиационную нагрузку в этих районах в данный период. Минимальные уровни отмечены на станции Масаны, что, скорее всего, свидетельствует о климатических условиях (скорость и направление ветра, условия увлажнения) и отсутствии пылеобразующего фактора на данной территории при проведении исследований.

Список использованной литературы

1. Малиновский, В. В. Миграция ^{137}Cs в почвах при длительном использовании агроландшафтов / В. В. Малиновский, Т. А. Смирнова // Радиационная безопасность и радиобиология. – 2016. – № 4. – С. 22–29.
2. Калиниченко, С. А. Оценка параметров ресуспензии радионуклидов при выполнении мероприятий по содержанию территории зоны отчуждения ЧАЭС / С. А. Калиниченко, В. Н. Калинин, В. Н. Забродский // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. Серия: Естественные науки. – 2023. – № 3 (138). – С. 21–27.
3. International Commission on Radiological Protection. Radiological protection: Dose coefficients for intakes of radionuclides by adults (ICRP Publication 119) / Editor-in-Chief Dr Claire Cousins // Annals of the ICRP. – 2012. – Vol. 42, № 3. – 45 p.

К содержанию

УДК 502.52

А. Я. ТРИБУХ, А. Л. САВИЦКАЯ

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

Научный руководитель – И. М. Колесник, старший преподаватель

ФИТОТЕСТИРОВАНИЕ КОЛОДЕЗНЫХ ВОД АГ. ПОДЛЕСЬЕ (ЛЯХОВИЧСКИЙ РАЙОН БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ)

Актуальность. В Республике Беларусь, несмотря на развитую систему централизованного водоснабжения, для значительной части жителей сельской местности колодцы остаются важным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения [1]. Колодезная вода, относящаяся к грунтовому типу подземных вод, залегает близко к поверхности, является наиболее уязвимой к антропогенному воздействию и часто не соответствует гигиеническим требованиям по содержанию нитратов, показателям бактериального загрязнения и мутности [2–4]. Так как обеспечение экологической безопасности среды является одним из основных условий сохранения здоровья населения, оценка качества воды в колодцах выступает актуальной научно-практической задачей.

Цель работы – общая оценка безопасности колодезных вод в аг. Подлесье по реакции тест-объекта.

Материалы и методы. Пробы воды для исследования были отобраны в осенний период 2025 г. в двух колодцах, расположенных на территории населенного пункта. В полевых условиях измеряли ряд физико-химических показателей (таблица). Для фитотестирования использовали кресс-салат посевной (*Lepidium sativum* (L.)) ($n = 16$). Семена проращивали в чашках Петри на фильтровальной бумаге при температуре 25 °С, ежедневно увлажняя равным объемом воды. На 7-е сутки опыта фиксировали длину проростков и их вес (корня и надземной части). Водопроводная вода выступала как условный контроль (привычна для потребителей), а дистиллированная, не содержащая примесей, – как абсолютный контроль в оценке базовых ростовых реакций.

Результаты и обсуждение. Как показывают полученные результаты, воды в исследуемых колодцах являются весьма холодными, слабощелочными (таблица). Проба из колодца № 2 выделяется повышенной минерализацией и электропроводностью по сравнению с пробой из колодца № 1 и условно чистой водопроводной водой. Это может быть следствием как естественного выщелачивания горных пород, так и начальных признаков антропогенного загрязнения.

Таблица – Некоторые обобщенные физико-химические показатели качества исследуемой воды

Показатели	Образцы воды			
	Колодезная		Дистиллированная	Водопроводная
	№ 1	№ 2		
рН	7,76	7,54	6,6	8,11
Электропроводность, мкСм/см	1137	1910	0,09	489
Общее количество растворенных веществ, мг/л	565	950	0,04	246
Окислительно-восстановительный потенциал, мВ	177	187	299	226

Во всех вариантах фитотестирования всхожесть кресс-салата составила 94–100 %, что говорит о хорошем качестве семян и отсутствии в пробах воды токсичных веществ, которые повлияли бы на всхожесть.

На рост проростков, выращенных на воде, решающее влияние оказывает наличие растворенных минеральных солей и их ионный состав: фосфор участвует в энергетическом обмене и развитии корневой системы; калий регулирует тургорное давление и водный баланс молодых тканей; азот необходим для деления клеток и роста вегетативной массы.

Наибольшая длина корня наблюдалась в нашем эксперименте у проростков на дистиллированной воде (рисунок), что может быть связано с компенсаторной реакцией на дефицит питания и существенным растяжением клеток под действием экспансинов. На водопроводной воде в среднем длина корня проростков была на 71 % меньше, чем на дистиллированной (рисунок). Минимальные значения наблюдались на воде из колодца № 2 (с повышенным содержанием растворенных веществ).

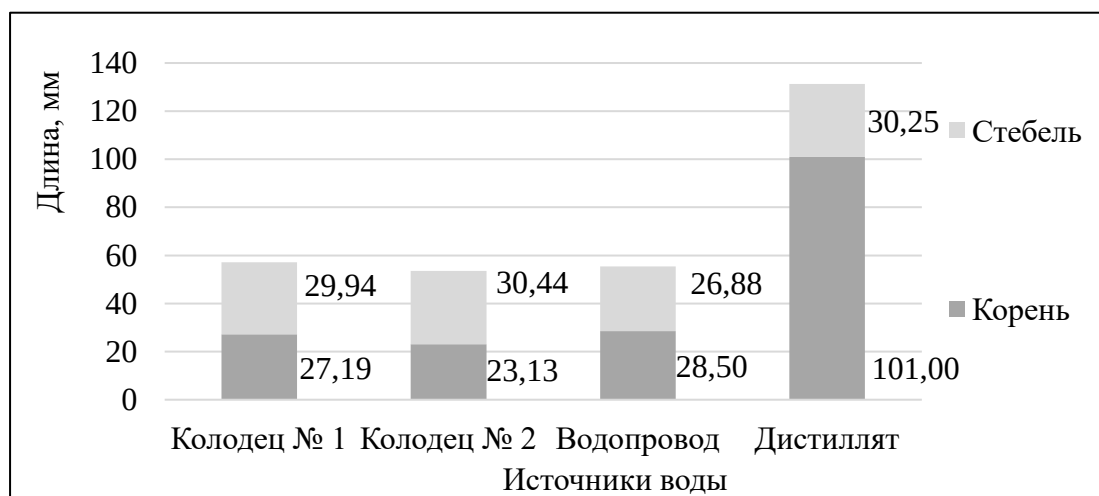


Рисунок – Усредненные показатели линейного роста проростков

Установлено, что длина надземной части проростков кресс-салата в вариантах опыта существенно не отличалась. На воде из колодца № 2 значение показателя было в среднем на 13,2 % выше, чем на водопроводной, и, на наш взгляд, сложилась тенденция к разнонаправленному действию ионного состава воды на ростовые процессы в корне и стебле.

Анализ накопления биомассы показал, что вода из колодца № 2 индуцировала формирование минимальной по массе корневой системы (суммарно 0,31 мг) при максимальной из всех вариантов опыта массе стебля (18,11 мг). Такое перераспределение может быть следствием повышенного содержания соединений азота и других растворимых веществ, стимулирующих рост надземной части и ингибирующих развитие корней. Воды из колодца № 1 и водопровода обеспечивали формирование наиболее мощной корневой системы (0,72 и 0,81 мг), что свидетельствует о достаточном, но не избыточном уровне элементов питания. На дистиллированной воде в условиях недостатка питательных веществ формировались длинные, относительно легкие корни (0,56 мг суммарно).

Выводы. Полученные результаты показывают, что исследуемые колодезные воды являются безопасными. Вода из колодца № 1 наряду с водопроводной обеспечивала сбалансированное развитие проростков, умеренные показатели длины и высокие показатели массы корня и стебля, что позволяет рассматривать ее как наиболее благоприятную для развития растений и использования человеком в качестве питьевой.

Список использованной литературы

1. Водный кодекс Республики Беларусь // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=Nk1400149> (дата обращения: 25.02.2026).
2. Гигиена : учебник / под ред. О. Н. Замбрицкого. – Мн. : Выш. шк., 2021. – Гл. 6 : Гигиена воды и водоснабжения населенных мест.
3. Дудчик, Н. В. Гигиеническая оценка качества воды нецентрализованных источников водоснабжения сельских населенных пунктов / Н. В. Дудчик, В. В. Шевляков // Здоровье и окружающая среда : сб. науч. тр. / Респ. науч.-практ. центр гигиены. – Мн., 2022. – Вып. 32. – С. 45–50.
4. Специфические загрязнители подземных вод Беларуси / под общ. ред. А. В. Кудельского. – Мн. : Бел. навука, 2019. – 211 с.

К содержанию

УДК 636.085.55:632.25(476)

В. А. ТРУБЧИК

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

Научный руководитель – Е. А. Белова, старший преподаватель

Научный консультант – А. П. Лемиш, канд. ветеринар. наук,
зав. диагностической ветеринарной лабораторией ЗАО «Консул»

**РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ
МИКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ КОРМОВ
И РАЦИОНОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ
В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

Актуальность. Микотоксины обладают тератогенным, иммунотоксическим и гепатотоксическим действием, оказывая негативное влияние на здоровье и продуктивность сельскохозяйственных животных [1]. Контаминация кормов приводит к экономическим потерям в животноводстве и снижению безопасности продукции, предназначенной для человека. Мониторинг микотоксикологической обстановки в Республике Беларусь позволяет своевременно и объективно оценить риски.

Цель исследования – оценка токсикологической безопасности кормов и рационов сельскохозяйственных животных в хозяйствах Республики Беларусь по показателю загрязненности микотоксинами.

Материалы и методы исследования. В работе использован ретроспективный анализ результатов лабораторных исследований образцов кормов и рационов сельскохозяйственных животных за период 2019–2024 гг., поступивших из хозяйств областей Республики Беларусь, с целью оценки их контаминированности микотоксинами.

Содержание микотоксинов (афлатоксинов, зеараленона, дезоксиниваленола, фумонизинов, охратоксинов, Т-2-токсина) в образцах кормов определяли иммуноферментным методом в соответствии с ГОСТ 34108-2017 на базе ветеринарно-диагностической лаборатории ЗАО «Консул» [2].

Результаты исследования. За период 2019–2024 гг. проведен комплексный мониторинг кормовой базы и рационов сельскохозяйственных животных, включающий 4348 анализов на содержание микотоксинов. Установлено, что минимальный уровень контаминации образцов в отдельных хозяйствах не опускался ниже 80 %, при этом среднее значение по республике составило 95,81 %. Медианный показатель (99,19 %) демонстрирует выраженное смещение к верхней границе диапазона. Данная статистическая особенность обусловлена спецификой выборки: в ряде хозяйств при малом объеме представленных проб отмечалась

стоцентная выявляемость микотоксинов, что свидетельствует о высоком фоновом загрязнении кормов.

Распределение исследуемого материала по регионам характеризовалось существенной неоднородностью, обусловленной логистической доступностью испытательного центра. Наибольший объем выборки был сформирован за счет хозяйств Брестской (56,8 %), Гродненской (23,2 %) и Минской (16,6 %) областей. Доля проб из Гомельского, Витебского и Могилевского регионов была значительно ниже и составила 1,8 %, 1,4 % и 0,2 % соответственно, что связано с их территориальной удаленностью от места проведения исследований. При этом в регионах с ограниченным объемом выборки (Витебская, Гомельская и Могилевская области) отмечена максимально высокая частота выявления микотоксинов. В частности, стопроцентная контаминация кормов зафиксирована в двух из трех хозяйств Витебской области и в трех из четырех хозяйств Гомельской области (таблица 1), что указывает на высокую степень обсемененности кормовой базы даже при малом объеме точечных исследований.

Таблица 1 – Результаты мониторинга контаминации кормов микотоксинами в разрезе регионов Республики Беларусь

Область	Общее количество анализов, п	Количество обследованных хозяйств, п	Средняя доля положительных проб, %
Брестская	2468	34	95,44 %
Гродненская	1009	11	97,61 %
Минская	721	18	96,05 %
Гомельская	79	4	96,00 %
Витебская	61	3	96,30 %
Могилевская	10	1	100 %

Анализ контаминации кормов афлатоксинами выявил их повсеместное присутствие, при этом максимальная частота обнаружения (98,24 %) зафиксирована в хозяйствах Гродненской области. Несмотря на высокую встречаемость, уровни содержания токсина выше 10 мкг/кг, что равно нижней границе установленного ПДУ для стран СНГ, регистрировались редко: в Брестской области доля таких проб составила 4,52 % от общего числа положительных результатов, в Витебской – 4,00 %, в Гродненской – 0,58 % [3]. В остальных регионах республики превышений данного порога не выявлено. Средние значения концентрации афлатоксинов (2,49–4,25 мкг/кг) (таблица 2) коррелируют с данными А. И. Козинца и соответствуют общемировым показателям для восточноевропейского региона [4, с. 212; 5].

Таблица 2 – Сравнительная характеристика содержания микотоксинов в кормовой базе областей Республики Беларусь, мкг/кг

Область	Среднее содержание обнаруженного микотоксина, мкг/кг					
	АФЛ	ОХР	Т-2	ДОН	ЗЕАР	ФУМ
Брестская	3,89	9,07	87,76	710,13	59,91	224,03
Гродненская	3,76	6,51	58,12	501,63	75,68	240,56
Минская	3,48	10,24	64,41	483,93	40,86	307,85
Гомельская	2,49	5,56	67,96	493,23	106,46	306,77
Витебская	4,25	3,42	32,04	1 451,82	34,47	180,00
Могилевская	—	—	23,58	750,00	—	—

Анализ региональных особенностей контаминации показал, что наибольшая частота встречаемости охратоксинов характерна для хозяйств Минской области, где данный показатель достиг 91,04 %. При этом концентрации, превышающие порог 50 мкг/кг, что равно установленному ПДУ для комбикормов полнорационных для стран СНГ, регистрировались сравнительно редко [3]. Так, в Минской области доля таких проб составила 6,56 % от общего числа положительных результатов, в Брестской – 5,06 %, в Гродненской – 2,50 %. В остальных регионах республики превышений указанного уровня не зафиксировано. Следует отметить, что средние значения концентрации охратоксинов в исследованных образцах (таблица 2) превышают аналогичные показатели по Восточной Европе [5], что указывает на специфику микотоксикологического профиля кормов в условиях Республики Беларусь.

Результаты исследований свидетельствуют о значительной распространенности Т-2-токсина в концентрациях свыше 100 мкг/кг, что равно установленному ПДУ для комбикормов полнорационных и кормосмесей для стран СНГ, которые составили 19,60–28,57 % от общего числа положительных проб [3]. Средние значения концентрации данного метаболита варьировали в пределах 23,58–87,76 мкг/кг, что коррелирует с данными, полученными ранее А. И. Козинцом [4, с. 214].

Аналогичная тенденция отмечена при анализе содержания дезоксиниваленола (ДОН): доля проб с уровнем контаминации более 1000 мкг/кг, что равно нижней границе установленного ПДУ для комбикормов-концентратов для стран СНГ, составила 6,67–19,24 % от положительных результатов [3]. Средние показатели (483,93–1451,82 мкг/кг) также согласуются с результатами предшествующих исследований [4].

В то же время высокие концентрации зеараленона (более 1000 мкг/кг, что равно установленному ПДУ для зерновых кормов и зерна, поставляемого на кормовые цели для стран СНГ) носили единичный характер: 0,73 % случаев в Гродненской области и 0,26 % – в Брестской; в остальных регионах превышений данного уровня не выявлено [3]. При этом

максимальная частота встречаемости зеараленона (92,16 %) была зафиксирована в образцах из хозяйств Брестской области. Контаминация кормов фумонизинами в концентрациях более 5000 мкг/кг, что равно установленному ПДУ для кормов растительного происхождения с содержанием кукурузы для стран СНГ, в исследуемый период не зарегистрирована [3].

Заключение. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о критически высоком уровне контаминации кормов в Республике Беларусь: средний показатель распространенности микотоксинов составил 95,81 %. Установлено, что наибольшую угрозу представляют Т-2-токсин и дезоксиниваленол, характеризующиеся не только высокой частотой встречаемости, но и значительной долей проб (до 28,57 % и 19,24 % соответственно) с концентрациями, превышающими пороги в 100 и 1000 мкг/кг. Высокий уровень загрязнения диктует необходимость внедрения системы регулярного микотоксикологического мониторинга на всех этапах заготовки и хранения кормовых ресурсов, а также масштабного применения средств профилактики микотоксикозов. Несмотря на выявленные локальные особенности, существующая структура данных требует дальнейших исследований для более детальной дифференцированной оценки региональной обстановки.

Список использованной литературы

1. Natural Co-Occurrence of Mycotoxins in Foods and Feeds and Their in vitro Combined Toxicological Effects / M.-C. Smith, S. Madec, E. Coton, N. Hymery // *Toxins*. – 2016. – Vol. 4, № 8. – Art. № 94.
2. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Определение содержания микотоксинов прямым твердофазным конкурентным иммуноферментным методом : ГОСТ 34108-2017. – Введен 01.01.2019. – Мн. : Госстандарт : Бел. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2017. – 36 с.
3. Ветеринарно-санитарные правила обеспечения безопасности в ветеринарно-санитарном отношении кормов и кормовых добавок : утв. постановлением М-ва сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь от 10 февр. 2011 г. № 10 // Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь : [сайт]. – URL: <https://mshp.gov.by/ru/technical-acts-ru/view/veterinarno-4025> (дата обращения: 28.02.2026).
4. Козинец, А. И. Оценка уровня поражения микотоксинами комбикормов и их компонентов в Республике Беларусь / А. И. Козинец // *Зоотехническая наука Беларуси*. – 2022. – Т. 57, № 1. – С. 210–219.
5. Gruber-Dorninger, C. Global Mycotoxin Occurrence in Feed: A Ten-Year Survey / C. Gruber-Dorninger, T. Jenkins, G. Schatzmayr // *Toxins*. – 2019. – Vol. 11, № 7. – Art. № 375.

К содержанию

УДК 582.52/.59

А. М. ФАДЕЕВА

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА *POACEAE* Г. БРЕСТА

Актуальность. Семейство *Poaceae* Barnhart занимает одно из центральных мест в растительном покрове Земли, играя ключевую роль в функционировании природных и антропогенных экосистем. Злаки распространены практически во всех климатических зонах – от арктических тундр до тропических саванн и высокогорных лугов, демонстрируя удивительную экологическую пластичность. Их высокая адаптивная способность позволяет успешно колонизировать различные местообитания, включая экстремальные: засушливые степи, засоленные почвы, нарушенные антропогенные ландшафты.

Актуальность изучения злаков обусловлена тем, что злаки формируют основу многих природных биоценозов, выступают важнейшими продуцентами в пищевых цепях. Культурные злаки составляют основу продовольственной безопасности человечества, биоиндикационный потенциал и фиторемедиационные свойства. Видовой состав флоры Беларуси лабилен, постоянно изменяется: исчезают некоторые виды и появляются новые. Существенное влияние на динамику видового разнообразия флоры оказывает деятельность человека [1].

Цель – установить таксономическую структуру *Poaceae* Barnhart г. Бреста.

Материалы и методы. Маршрутным методом проведено обследование парковых зон, городских лесов, приусадебных территорий, газонов, луговых и прибрежных участков и других антропогенных местообитаний в условиях г. Бреста. Также проведен анализ гербарных материалов, накопленных в процессе учебных практик. Видовую принадлежность выявленных видов устанавливали в соответствии с изданием «Определитель высших растений Беларуси» [2]. Систематика семейства приводится по Н. Н. Цвелеву [3].

Результаты исследований. Во флоре Беларуси семейство *Poaceae* Barnhart занимает второе место по видовому разнообразию после семейства *Asteraceae* [4].

Во флоре г. Бреста семейство представлено 57 видами и 36 родами подсемейства *Poöideae* Benth. Выявленные виды относятся к восьми трибам (*Triticeae* Dumort., *Bromeae* Dumort., *Poëae*, *Phleae* Dumort.,

Meliceae Endl., *Nardeae* Anderss., *Arundineae* Dumort., *Paniceae* R. Br.). В составе флоры исследованной территории представлена половина родового состава белорусской флоры (54,5 % от общего числа родов семейства).

Наибольшим таксономическим разнообразием выделяется триба *Poëae*, к которой относится 57,9 % видов и 50 % родов от общего числа выявленных на территории исследования. Наименее малочисленна триба *Nardeae* Anderss., включающая один вид (*Nardus stricta* L.).

Как отмечает Н. В. Козловская, наиболее многочисленны во флоре Беларуси роды *Festuca* L., *Poa* L., *Bromus* L., *Glyceria* R. Br., *Calamagrostis* Adans., *Agrostis* L. [4]. Анализ представленности указанных родов в составе флоры Бреста показал, что на территории исследования наибольшим количеством видов представлены 3 рода: *Poa* L. – 8 видов, *Festuca* L. – 4 вида, *Agrostis* L. – 3 вида. Род *Bromus* L., согласно современным взглядам, подразделяется на ряд самостоятельных родов (*Anisantha* K. Koch, *Bromopsis* Fourr., *Bromus* L.), из которых выявлены виды *Anisantha tectorum* (L.) Nevski, *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub, *Bromus mollis* L. Из рода *Glyceria* R. Br. выявлены 2 вида, из рода *Calamagrostis* Adans. – 1 вид.

Большинство родов малочисленны: 22 % родов (8 родов) содержат по 2 вида, 69 % родов (25 родов) – по одному виду.

Согласно «Определителю высших растений Беларуси», род *Phragmites* Adans. представлен одним видом [2]. Однако помимо аборигенного вида *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud, в карьерах в окрестностях Бреста обнаружен инвазивный вид *Phragmites altissimus* (Benth.) Nabile., на что существуют указания в литературе. *Phragmites altissimus* (Benth.) Nabile. отличается быстрым вегетативным размножением и крупными размерами, что может способствовать вытеснению местного вида [5].

Злаки представлены во всех типах фитоценозов. Лесные опушечные виды обнаружены в парковых зонах, на территории городских лесов (*Milium effusum* L., *Molinia caerulea* (L.) Moench, *Sieglingia decumbens* (L.) Bernh., *Poa nemoralis* L., *Poa palustris* L., *Poa annua* L. и др.). На песках, пустошах произрастают *Festuca rubra* L., *Festuca ovina* L., *Anisantha tectorum* (L.) Nevski, *Nardus stricta* L., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth. Единично регистрируется *Hierochloa odorata* (L.) Beauv.

Луговые местообитания в поймах рек Лесная, Мухавец занимают *Dactylis glomerata* L., *Briza media* L., *Festuca pratensis* Huds., *Cynosurus cristatus* L., *Festuca gigantea* (L.) Vill., *Poa pratensis* L., *Poa trivialis* L., *Anthoxanthum odoratum* L., *Holcus mollis* L., *Holcus lanatus* L., *Alopecurus pratensis* L., *Phleum pratense* L.

Прибрежные и береговые местообитания занимают *Glyceria maxima* (Hartm.) Holmb., *Glyceria fluitans* (L.) R. Br., *Deschampsia cespitosa* (L.) D. Beauv., *Phragmites altissimus* (Benth.) Nabile.

Ряд видов распространены на рудеральных местообитаниях: придорожье, пустырях, сорных местах, а также в наименее малопригодных для роста растений – на фундаментах зданий, между тротуарными плитками, на цементных сооружениях, где накопился минимальный слой субстрата. На пустырях, на песках нарушенных местообитаний широко распространяется *Anisantha tectorum* (L.) Nevski. В вегетативный сезон 2025 г. на территории города повсеместно регистрировались *Digitaria ischaetum* (Schreb.) Muehl., *Echinochloa crusgalli* (L.) P. Beauv., *Elytrigia repens* (L.) Nevski. и др. Дичают из культуры виды, которые разводятся как газонная трава, – *Lolium perenne* L., *Lolium multiflorum* Lam., *Arrhenatherum elatius* (L.) J. et C. Presl. На сорных местах, пустырях обнаруживается самосев культурных хлебных и кормовых злаков *Secale cereale* L., *Arrhenatherum elatius* (L.) J. et C. Presl., *Hordeum vulgare* L., *Hordeum distichon* L., *Avena sativa* L.

Заключение. Таким образом, в таксономическом составе Роасеае г. Бреста выявлены представители 54,5 % родов, характерных для белорусской флоры. Из общего числа выявленных видов 36,8 % видов относятся к родам, входящим в пятерку наиболее многочисленных в Беларуси. Основу флоры злаков в растительных сообществах г. Бреста составляют широко распространенные виды.

Список использованной литературы

1. Бученков, И. Э. Растительные ресурсы Беларуси, рациональное использование и охрана : крат. курс лекций / И. Э. Бученков. – Мн. : МГЭУ им. А. Д. Сахарова, 2013. – 108 с.
2. Определитель высших растений Беларуси / под ред. В. И. Парфенова. – Мн. : Дизайн Про, 1999. – 471 с.
3. Цвелев, Н. Н. Система злаков (Роасеае) и их эволюция (Доложено на тридцать седьмом ежегод. Комаров. чтении, 11 февр. 1985 г.) / Н. Н. Цвелев. – Л. : Наука, Ленингр. отд-ние, 1987. – 72 с.
4. Козловская, Н. В. Флора Белоруссии, закономерности ее формирования, научные основы использования и охраны / Н. В. Козловская. – Мн. : Наука и техника, 1978. – 128 с.
5. Черная книга флоры Беларуси: чужеродные вредоносные растения / Д. В. Дубовик, С. А. Дмитриева, Н. А. Ламан [и др.] ; под общ. ред. В. И. Парфенова, А. В. Пугачевского ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купчевича. – Мн. : Бел. навука, 2020. – 470 с.

К содержанию

УДК 581.132:632.937:634.233

О. Н. ФРАНЧУК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. Ю. Колбас, канд. биол. наук, доцент

**ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ НА СОДЕРЖАНИЕ
ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ В ЛИСТЬЯХ
PRUNUS CERASUS L. СОРТА ОБЛАЧИНСКАЯ**

Актуальность. Переход к экологически безопасным методам ведения сельского хозяйства – приоритетная задача для Республики Беларусь [1]. В садоводстве это выражается в разработке биологических методов защиты растений как альтернативы химическим пестицидам. Оценка таких препаратов должна быть комплексной и включать анализ их влияния на физиологическое состояние культуры. Содержание фотосинтетических пигментов (хлорофиллов *a*, *b* и каротиноидов) является показателем, характеризующим фотосинтетическую активность и адаптационный потенциал растений [2, с. 212]. Изменение их концентрации под действием обработок может служить ранним индикатором стресса или, напротив, стимулирующего эффекта.

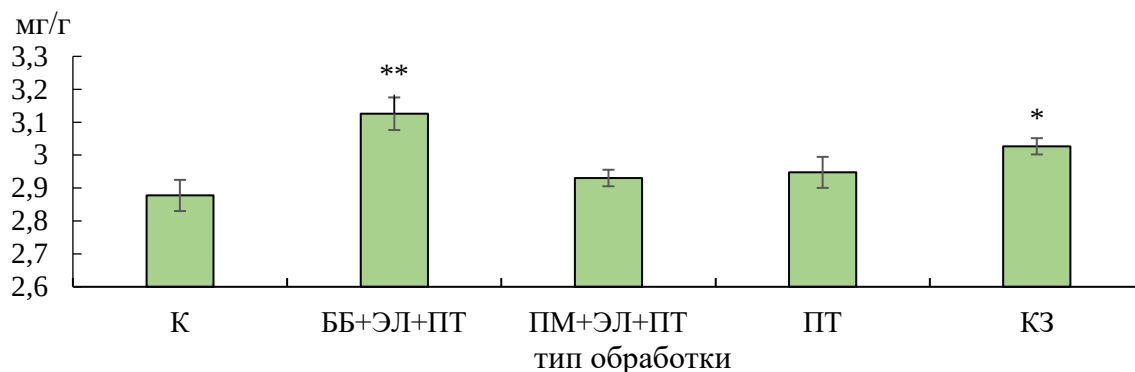
Цель исследования – оценить влияние различных биологических препаратов и их комбинаций на содержание фотосинтетических пигментов в листьях вишни обыкновенной (*Prunus cerasus* L.) сорта Облачинская в сравнении с контролем и конвенционной технологией.

Материалы и методы. Полевой эксперимент заложен в 2025 г. в ОАО «Агро-сад Рассвет» (аг. Вистычи Брестского р-на). Объект исследований – листья вишни сорта Облачинская. Схема опыта включала следующие варианты: контроль (обработка водой, К); обработка биопрепаратами: Профит Триходерма (ПТ); комплексная обработка Профит (Метаризиум + Боверия) + Энтолек + Профит Триходерма (ПМ + ЭЛ + ПТ); комплексная обработка Битоксибациллин + Энтолек + Профит Триходерма (ББ + ЭЛ + ПТ); конвенционное выращивание (с применением химических пестицидов, КЗ). Пигменты экстрагировали 80 %-м ацетоном; содержание определяли спектрофотометрически на приборе Proscan MC 122 при длинах волн 663, 646 и 470 нм и рассчитывали по формулам Вернера и Веттштейна [3].

Все опыты выполнены в трехкратной повторности. Статистический анализ проведен с использованием *t*-критерия Стьюдента для оценки достоверности различий с контролем при уровне значимости $p \leq 0,05$.

Результаты исследования. Анализ содержания хлорофилла *a* (мг/г, рисунок 1) показал, что наибольшее значение зафиксировано в варианте

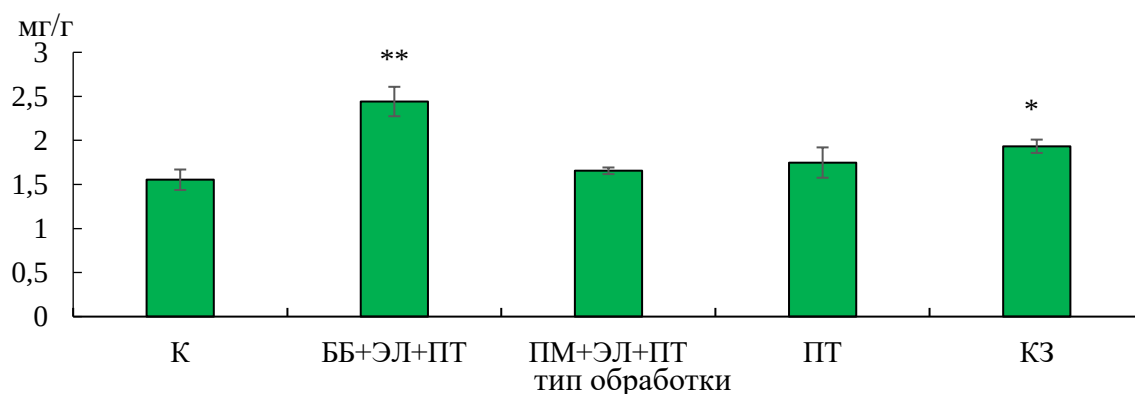
с комплексной обработкой ББ + ЭЛ + ПТ ($3,13 \pm 0,05$), наименьшее – в контроле ($2,88 \pm 0,05$). Установлено, что все варианты обработки (ПТ, ПМ + ЭЛ + ПТ, ББ + ЭЛ + ПТ, а также конвенционный) статистически значимо повышали содержание хлорофилла *a* по сравнению с контролем.



* – отличия от контроля достоверны при уровне значимости $0,05 < p \leq 0,01$,
 ** – при $0,01 < p \leq 0,001$

Рисунок 1 – Содержание хлорофилла *a* в листьях *P. cerasus*

Содержание хлорофилла *b* (мг/г, рисунок 2) продемонстрировало выраженную вариабельность в зависимости от обработки. Наиболее высокие значения зафиксированы в вариантах с применением ББ + ЭЛ + ПТ ($2,44 \pm 0,17$) и при конвенционном выращивании ($1,93 \pm 0,08$). Минимальное значение отмечено в контроле ($1,55 \pm 0,12$). Обработка ПМ + ЭЛ + ПТ дала значение $1,65 \pm 0,04$ мг/г, обработка ПТ – $1,75 \pm 0,17$ мг/г.

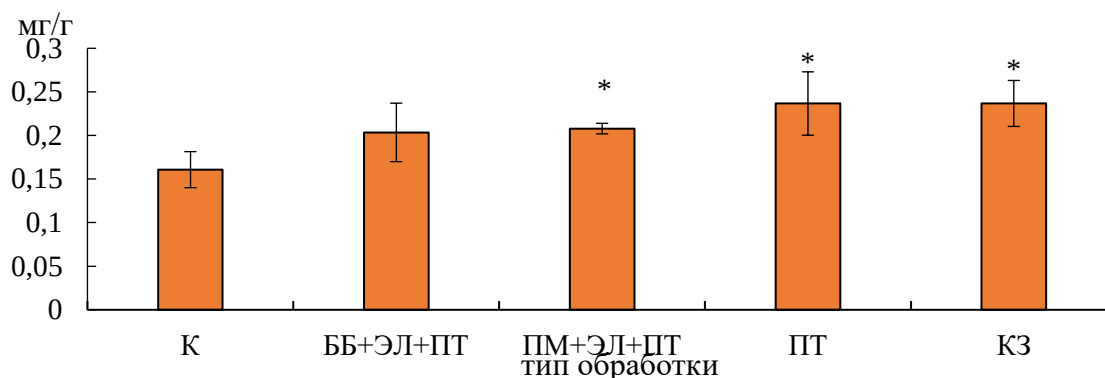


* – отличия от контроля достоверны при уровне значимости $0,05 < p \leq 0,01$,
 ** – при $0,01 < p \leq 0,001$

Рисунок 2 – Содержание хлорофилла *b* в листьях *P. cerasus*

Суммарное содержание хлорофиллов *a* и *b* закономерно отражает изменения, выявленные для отдельных пигментов. Максимальный показатель отмечен в варианте ББ + ЭЛ + ПТ ($5,57 \pm 0,2$ мг/г), минимальный – в контроле ($4,43 \pm 0,16$ мг/г). Конвенционный вариант также показал высокое значение ($4,96 \pm 0,1$ мг/г), достоверно превышающее контроль.

При анализе содержания каротиноидов (мг/г, рисунок 3) выявлено, что все варианты обработки, включая конвенционный, показали значения выше контроля. Наиболее высокие значения зафиксированы в конвенционном варианте ($0,24 \pm 0,03$), при обработке ПТ ($0,24 \pm 0,04$) и ПМ + ЭЛ + ПТ ($0,21 \pm 0,01$). Содержание каротиноидов в листьях вишни сорта Облачинская при комплексной обработке ББ + ЭЛ + ПТ ($0,20 \pm 0,03$) статистически не отличалось от контроля ($0,16 \pm 0,02$, рисунок 3).



* – отличия от контроля достоверны при уровне значимости $0,05 < p \leq 0,01$

Рисунок 3 – Содержание каротиноидов в листьях *P. cerasus*

Заключение. Проведенное исследование позволило установить, что комплексная обработка биопрепаратами «Битоксибациллин», «Энтолек» и «Профит Триходерма» (ББ + ЭЛ + ПТ) наиболее эффективно повышает содержание хлорофиллов *a*, *b* и их суммы по сравнению с контролем в листьях вишни сорта Облачинская. Конвенционная технология выращивания с применением пестицидов также приводит к увеличению содержания пигментов, однако экологические аспекты такого подхода требуют дополнительного изучения. В целом полученные результаты подтверждают перспективность использования исследованных биопрепаратов для стимуляции фотосинтетической активности растений вишни.

Список использованной литературы

1. О производстве и обращении органической продукции : Закон Респ. Беларусь от 9 нояб. 2018 г. № 144-З // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=H11800144&p1=1> (дата обращения: 23.02.2026).

2. Кузнецов, В. В. Физиология растений : учебник : в 2 т. / В. В. Кузнецов, Г. А. Дмитриева. – М. : Высш. шк., 2006. – Т. 1. – 742 с.

3. Шлык, А. А. Определение хлорофиллов и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев / А. А. Шлык // Биохимические методы в физиологии растений / под ред. О. А. Павлиновой. – М. : Наука, 1971. – С. 154–171.

К содержанию

УДК 502.13

В. Н. ЧЕРКАС

Минск, БГПУ имени Максима Танка

Научный руководитель – Е. В. Жудрик, канд. биол. наук, доцент

УРБОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА АЛЛЕРГЕННЫХ ДРЕВЕСНЫХ ТАКСОНОВ ФИТОЦЕНОЗА ЦЕНТРАЛЬНОГО ДЕТСКОГО ПАРКА ИМЕНИ М. ГОРЬКОГО (МИНСК)

Актуальность. Мониторинг зеленых насаждений городской среды является практической необходимостью в свете комплексной оценки аллергенного потенциала растений. В условиях роста распространенности поллинозов и повышенной чувствительности детского, подросткового и взрослого контингента к аэроаллергенам особое значение приобретает систематическое наблюдение за составом и пространственным распределением аллергенных видов. Анализ фитоценотической структуры и выявление таксонов с высоким аллергенным статусом позволяют объективно оценить уровень потенциальной аллергенной нагрузки в зоне массовой рекреации, определить экологические риски для уязвимых групп населения и обосновать необходимость оптимизации ассортимента городских насаждений [1]. Проведение подобных исследований способствует формированию научно обоснованных подходов к управлению зелеными территориями и повышению экологической безопасности городской среды.

Систематическое выявление и картирование аллергенных таксонов позволяет не только учитывать их влияние при планировании и модернизации зеленых территорий, но и повышать эффективность управления аллергенной нагрузкой в зонах массового пребывания населения, а также обосновывать профилактические мероприятия, направленные на обеспечение санитарно-гигиенической и экологической безопасности городских парков [2]. В этой связи оценка аллергенной нагрузки, формируемой древесно-кустарниковой растительностью Центрального детского парка имени М. Горького как одной из ключевых рекреационных зон г. Минска, является актуальной и своевременной.

Цель – установить видовой состав паркового фитоценоза, оценив распространенность аллергенных таксонов арборифлоры и особенности их пространственного распределения для последующего использования данных в экологическом мониторинге и профилактике поллинозов среди населения.

Материалы и методы. Объектом исследования выступили аллергенные арбореальные таксоны, составляющие насаждения Центрального детского парка имени М. Горького. Для изучения локализации аллергенных видов был осуществлен ландшафтно-дендрологический анализ территории парка. Фиксация локаций производилась посредством нанесения на картографическую основу, сформированную на основе данных цифровых картографических сервисов.

Результаты исследований. Центральный детский парк имени М. Горького расположен в центре г. Минска между ул. Я. Купалы, Фрунзе, Первомайской и проспектом Независимости. Площадь парка составляет 28 га [3]. Анализ таксономического состава ландшафтных групп парка, расположенного вдоль водно-зеленого бассейна р. Свислочи, показал, что среди древесно-кустарниковой растительности данного фитоценоза на аллергенные древесные виды приходится 29 видов. В структуре зеленых насаждений насчитывается 3605 экземпляров древесных видов, из которых 25,2 % приходится на аллергенные. Среди аллергенных элементов дендрофлоры 85,7 % составляют ветроопыляемые растения: *Salix alba*, *S. caprea*, *S. fragilis*, *S. rosmarinifolia*, *Betula pendula*, *B. pubescens*, *B. obscura*, *Populus berolinensis*, *P. canadensis*, *P. simonii*, *P. alba*, *P. tremula*, *P. laurifolia*, *Carpinus betulus*, *Robinia pseudoacacia*, *Acer negundo*, *A. hippocastanum*, *Sambucus nigra*, *Fraxinus excelsior*, *Ligustrum vulgare*, *Abies concolor*, *A. sibirica*, *Pinus sylvestris*, *Picea abies*, *P. pungens*, *P. glauca*, *Tuja occidentalis*, *Juniperus sabina*. Господствующее положение в данном фитоценозе занимают хвойные виды *P. sylvestris*, *T. occidentalis*. Значительная часть видов (35,7 %) принадлежат к семейству *Salicaceae* [4, с. 301].

На основании маршрутного обследования территории с последующей фиксацией данных на картографической основе было установлено, что в центральной прогулочной части парка наблюдается выраженное преобладание видов с высоким аллергенным потенциалом. В этой части среди ландшафтных элементов преобладают массивы и большие группы и аллергенные виды дендрофлоры произрастают с более стабильной плотностью размещения, что, в свою очередь, приводит к повышенной концентрации их пыльцевых зерен в воздухе в период цветения и, соответственно, к увеличению аллергенной нагрузки. В пределах данного участка отмечается достаточно высокое количество интродуцированных видов (69,5 %) [5, с. 92]. Видовое доминирование древесных растений-

аллергенов в центральной части парка формируется следующими таксонами: *T. occidentalis*, *A. hippocastanum*, *F. pennsylvanica*. Отмечено также наличие локальных скоплений аллергенных древесных видов, распределенных в пределах отдельных ландшафтных элементов. Наиболее выраженная концентрация таких видов наблюдается на территории, прилегающей к Центру творчества детей и молодежи, обсерватории, а также вдоль главной Минской велодорожки и центральной аллеи. Однако, несмотря на такую локализацию растений в зоне повышенной рекреационной нагрузки, уровень аллергенного фона здесь остается в пределах нормы, поскольку периоды цветения древесно-кустарниковых видов приходятся на разные декады месяцев, и пики пыления не совпадают. Вследствие асинхронного пыления видов формируется краевой эффект и усиливается влияние анемофильного переноса, что поддерживает пролонгированное, но невысокое по интенсивности аллергенное воздействие.

Заключение. Таксономический анализ ландшафтных групп Центрального детского парка имени М. Горького показал, что в структуре древесно-кустарникового яруса фитоценоза присутствует комплекс аллергенных представителей дендрофлоры, включающий 8 видов хвойных и 22 вида покрытосеменных растений. При этом 35,7 % выявленных таксонов относятся к семейству *Salicaceae*, 85,7 % характеризуются анемофильным типом опыления, что обуславливает высокую дисперсность и интенсивное пространственное распространение пыльцевых зерен. В качестве доминирующих таксонов идентифицированы *Pinus sylvestris*, *Thuja occidentalis*, *Populus × canadensis*, *Picea pungens*. Наибольшая концентрация аллергенных видов отмечается на участках парка, испытывающих повышенную рекреационную нагрузку. Для городской парковой территории подобного масштаба и характера озеленения такая пространственная локализация аллергенных таксонов представляется закономерной: они сосредоточены преимущественно в крупных ландшафтных элементах и характеризуются различными, не совпадающими по времени периодами пыления, что предотвращает превышение общего уровня аллергенной нагрузки.

Полученные результаты представляют практическую ценность для лиц, страдающих поллинозами, поскольку позволяют учитывать индивидуальную чувствительность к определенным аллергенам при выборе маршрутов для прогулок и организации образовательных экскурсий. Осведомленность о видовом составе аллергенных растений, их распространенности, пространственной локализации и степени доминирования аллергенных таксонов арборифлоры способствует повышению экологической грамотности населения. Это, в свою очередь, формирует понимание

сезонной динамики пыления и поддерживает принятие персональных профилактических мер, направленных на снижение риска обострений аллергических заболеваний.

Список использованной литературы

1. Серeda, М. М. Оценка аллергенного потенциала древесной урбанофлоры города Ростова-на-Дону / М. М. Серeda // Безопасность техногенных и природных систем. – 2024. – № 8 (2). – С. 17–25.
2. Голоднова, Д. А. Аэропаллинологические исследования аллергенных растений в целях прогнозирования и профилактики поллинозов в г. Ульяновск // Д. А. Голоднова, Н. В. Благовещенская, М. П. Маркевич // Ульяновский медико-биологический журнал. – 2021. – № 1. – С. 143–154.
3. Жудрик, Е. В. Оценка ландшафтной структуры и состояния зеленых насаждений парка им. М. Горького г. Минска / Е. В. Жудрик // Антропогенная трансформация ландшафтов : материалы Респ. науч.-метод. конф., Минск, 16 нояб. 2012 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Бел. гос. пед. ун-т им. М. Танка ; редкол.: Н. В. Науменко [и др.]. – Мн., 2012. – С. 49–51.
4. Павлова, В. А. Оценка встречаемости аллергенных видов арборифлоры в парковых фитоценозах г. Минска / В. А. Павлова, В. Н. Черкас // Студенческая наука – взгляд в будущее : материалы XX Всерос. студен. науч. конф., 25–27 февр. 2025 г., г. Красноярск : в 6 ч. / Краснояр. гос. аграр. ун-т ; редкол.: И. С. Коротченко [и др.]. – Красноярск, 2025. – Ч. 1. – С. 301–304.
5. Жудрик, Е. В. Видовой состав древесно-кустарниковой флоры рекреационных территорий г. Минска / Е. В. Жудрик, Н. Д. Лисов // Биоразнообразие и антропогенная трансформация природных экосистем : материалы Всерос. науч.-практ. конф., Балашов, 6–8 июня 2019 г. / Балашов. ин-т (фил.), Саратов. гос. ун-т им. Н. Г. Чернышевского ; редкол.: А. А. Овчаренко [и др.]. – Саратов : Саратов. источник, 2019. – С. 92–97.

К содержанию

УДК 372.854

Д. В. ШАПОВАЛ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

ИНФОГРАФИКА-МАТРИЦА КАК ИНСТРУМЕНТ ЭКОЛОГИЗАЦИИ ПРЕПОДАВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Актуальность. В современном мире, где экологические проблемы становятся все более острыми, вопрос экологического образования приобретает особую значимость. Устойчивое развитие, охрана окружающей

среды и рациональное использование природных ресурсов требуют от нового поколения знаний и навыков, которые помогут им принимать осознанные решения в своей жизни и профессиональной деятельности. Экологическое образование формирует у школьников понимание взаимосвязи между человеком и природой, а также важность сохранения экосистем для будущих поколений. Курс органической химии в школе играет ключевую роль в этом процессе.

Изучение органической химии в школьном курсе сопровождается необходимостью усвоения большого количества абстрактных понятий, связанных с особенностями строения органических веществ и механизмами их химических превращений. Одной из наиболее сложных тем для учащихся является изучение ароматических углеводородов, в частности бензола, химические свойства которого существенно отличаются от свойств предельных и непредельных углеводородов.

Одним из таких методов является инфографика, в частности инфографика-матрица, которая позволяет систематизировать химические свойства вещества, наглядно сопоставляя типы реакций, уравнения и условия их протекания. Использование данного способа визуализации содействует более осознанному усвоению материала и повышает интерес учащихся к изучению органической химии.

Цель наших исследований – разработать инфографику-матрицу для визуализации теоретического материала по теме «Химические свойства бензола» школьного курса химии для учащихся 10 класса учреждений общего среднего образования.

Материалы и методы. Материалом исследования является учебное пособие «Химия» для 10 класса учреждений общего среднего образования, используемое в 2025/2026 учебном году.

В ходе исследования применялись следующие методы:

- анализ содержания учебного материала;
- структурирование теоретической информации;
- обобщение и визуальное моделирование данных.

Результаты исследования. Анализ содержания § 20 «Химические свойства бензола» учебного пособия «Химия. 10 класс» показал, что основное внимание в параграфе уделяется реакциям, протекающим с сохранением ароматического кольца, а также реакциям, при которых оно разрушается. При этом учащимся необходимо запомнить не только уравнения реакций, но и условия их протекания, а также особенности каждого типа взаимодействия. Для решения данной проблемы была разработана статичная инфографика в формате матрицы (рисунок).



Рисунок – Инфографика-матрица «Химические свойства бензола»

Инфографика-матрица представляет собой визуальную структуру, в которой каждая ячейка соответствует отдельной химической реакции и включает три обязательных элемента: тип реакции, уравнение реакции и условия ее протекания. Центральным элементом инфографики является молекула бензола, вокруг которой располагаются основные химические свойства данного вещества.

В инфографике были представлены четыре ключевые реакции бензола: галогенирование, нитрование, сульфирование и гидрирование. Для каждой реакции указано, что в первых трех случаях бензол вступает в реакции электрофильного замещения с сохранением ароматического ядра, а в реакции гидрирования – в реакцию присоединения, приводящую к разрушению ароматической системы. Такое представление материала позволяет учащимся наглядно увидеть закономерности химического поведения бензола и облегчает процесс запоминания.

Использование инфографики-матрицы способствует формированию у учащихся системного мышления, так как информация представлена не разрозненно, а в виде единой, логически связанной структуры. Кроме того, статичный формат инфографики делает ее удобной для использования как на уроке, так и при самостоятельной подготовке учащихся.

Заключение. Применение инфографики-матрицы при изучении химических свойств бензола является эффективным способом визуализации учебного материала. Данный метод позволяет компактно и наглядно представить сложную теоретическую информацию, акцентируя внимание учащихся на ключевых реакциях и условиях их протекания.

Созданный продукт демонстрирует использование инфографики-матрицы в процессе обучения органической химии, что облегчает восприятие материала и повышает его понимание. Несмотря на отсутствие интерактивности, данный способ визуализации остается актуальным благодаря своей наглядности, простоте использования и универсальности. Таким образом, инфографика-матрица является ценным дидактическим инструментом, способствующим формированию прочных знаний о химических свойствах ароматических углеводов.

Список использованной литературы

1. Колевич, Т. А. Химия : учеб. пособие для 10 кл. учреждений сред. образования с рус. яз. обучения / Т. А. Колевич, В. Э. Матулис, И. Н. Варакса. – Мн. : Адукацыя і выхаванне, 2019. – 280 с. – URL: https://adukar.com/images/photo/Himiya_10kl_Kolevich_rus_2019.pdf (дата обращения: 07.02.2026).

К содержанию

УДК 595.782

**Л. Г. ШИДЛОВСКАЯ, В. Г. СЛЮНЬКОВА, А. М. СВЯТОХА,
А. Р. МИЖЕРИЦКАЯ**

Ростов-на-Дону, Южный федеральный университет, Академия
биологии и биотехнологии имени Д. И. Ивановского
Научный руководитель – Р. В. Романчук, канд. биол. наук

РЕДКИЕ ХОЗЯЙСТВЕННО НЕЗНАЧИМЫЕ ЛИСТОВЁРТКИ (LEPIDOPTERA: TORTRICIDAE) РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Актуальность. Листовёртки (Tortricidae) – крупная хозяйственно значимая группа бабочек, долгое время остававшаяся слабо изученной в Ростовской области (РО) (Poltavsky, 2015; Слюнькова и др., 2025). Интенсивные исследования 2022–2025 гг. позволили более чем удвоить список известных видов (с 91 в 2015 г. до 192 в 2026 г.). Однако в публикациях основное внимание традиционно уделяется видам, имеющим экономическое значение для сельского хозяйства (Артохин, Полтавский, 2018; Романчук и др., 2024). Остальная же часть региональной фауны, составляющая около половины разнообразия, освещена недостаточно, что и предопределяет статус многих видов как редких и (или) «новых» для региона. Восполнению этого пробела посвящена настоящая работа.

Цель – анализ экологической приуроченности и трофических связей редких, хозяйственно незначимых видов листовёрток Ростовской области.

Материалы и методы. Материалом для исследования послужили оригинальные сборы листовёрток, проведенные авторами и их коллегами, а также образцы из Зоологического музея ЮФУ и личной коллекции научного руководителя. Сбор имаго осуществлялся стандартными методами: на свет, приманочными ловушками-накопителями, феромонными клеевыми ловушками и энтомологическим кошением. Камеральная обработка включала монтировку (в т. ч. расправку), препаровку гениталий, этикетирование и внесение данных в электронную базу данных (Excel) с последующим анализом и построением диаграмм.

Результаты исследования. На текущий момент в Ростовской области установлено присутствие 92 редких хозяйственно незначимых видов листовёрток из 2 подсемейств и 11 триб. Редкие таксоны представляют для нас особый интерес. К ним мы относим виды, ведущие скрытый образ жизни и крайне редко фиксируемые в сборах, а также виды, впервые выявленные на территории области в 2025 г. В минувшем полевом сезоне был отмечен 31 новый для Ростовской области хозяйственно незначимый вид.

Результаты анализа распределения листовёрток по экологическим группам указывают на преобладание луговых мезофилов (20 видов, 22 %) (рисунок 1). Меньшим количеством представлены лугово-степные (13 видов, 14 %) и лугово-лесные (10 видов, 11 %) мезофилы.

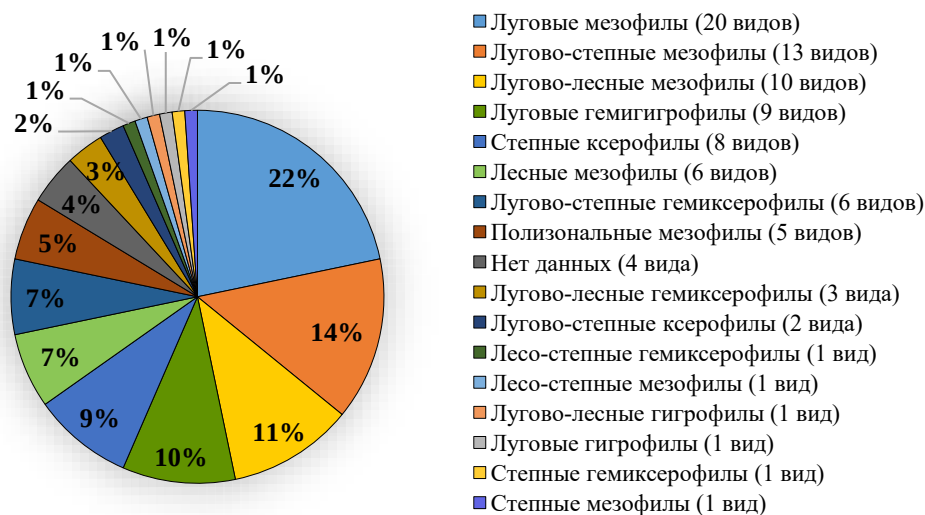


Рисунок 1 – Распределение листовёрток по экологическим группам

По широте трофических связей доминируют монофаги (36 видов, 39 %), меньшее число видов являются широкими олигофагами (21 вид, 23 %) и полифагами (20 видов, 22 %) (рисунок 2). Большинство видов тортрицид приурочено к растениям семейств Asteraceae, Fabaceae и Lamiaceae.

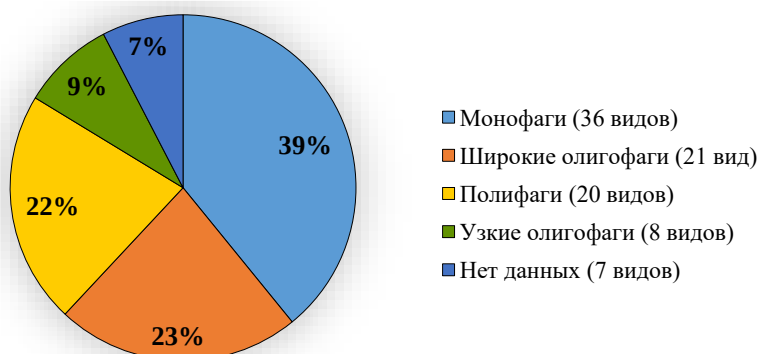


Рисунок 2 – Широта трофических связей листовёрток

По приуроченности к жизненным формам растений большинство листовёрток являются хортофагами (69 видов, 75 %) (рисунок 3). К дендрофагам, тамнофагам и тамно-хортофагам относятся по 4 вида.

Для 7 видов трофический преферендум неизвестен в связи с недостаточной изученностью их биологии: *Cochylimorpha perturbatana*, *Phiaris septentrionana*, *Thiodia placidana*, *Pelochrista fuscilana*, *P. metria*, *Epibactra immundana*, *Dichrorampha heegerana*.

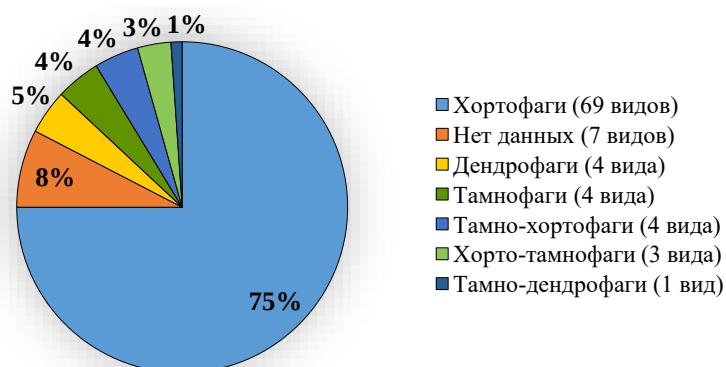


Рисунок 3 – Приуроченность листовёрток к жизненным формам растений

Заключение. Интенсификация изучения листовёрток позволила существенно пополнить данные по тортрицидофауне региона. Тем не менее уровень изученности семейства в Ростовской области уступает таковому в соседних регионах. Кроме того, для многих видов остаются неясными трофические предпочтения, что затрудняет оценку их потенциальной хозяйственной значимости.

Список использованной литературы

1. Артохин, К. С. Злаковая листовёртка в Ростовской области / К. С. Артохин, А. Н. Полтавский // Защита и карантин растений. – 2018. – № 8. – С. 28–30.

2. Хозяйственно значимые таксоны листовёрток (Lepidoptera: Tortricidae) Ростовской области: фаунистический состав, данные о выявлении и распространении в регионе (предварительный анализ) / Р. В. Романчук, В. Г. Слюнькова, Д. П. Мищенко [и др.] // Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Биология. Химия. – 2024. – Т. 10 (76), № 3. – С. 162–190.

3. Сообщества листовёрток (Lepidoptera: Tortricidae) Приазовского ботанико-географического района (Ростовская область) / В. Г. Слюнькова, А. Р. Мижерицкая, Р. В. Романчук [и др.] // Живые и биокосные системы. – 2025. – № 52. – URL: <https://jbks.ru/archive/issue-52/article-10> (дата обращения: 14.01.2026).

4. Poltavsky, A. N. An Inventory of Tortricidae (Lepidoptera) from the Rostov-on-Don province of Russia / A. N. Poltavsky // Zootaxa. – 2015. – Vol. 4048, № 4. – P. 538–552.

К содержанию

УДК 581.9(476.2)

П. В. ЮРЧАК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – М. В. Левковская, старший преподаватель

СОСТАВ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ Р. УБОРТИ В ОКРЕСТНОСТЯХ АГ. ЛИПЛЯНЫ ЛЕЛЬЧИЦКОГО РАЙОНА

Актуальность. Изучение флористического состава растительного сообщества водных экосистем и его динамики в условиях антропогенного воздействия обусловлено применением макрофитов, как средообразующего компонента, в биоиндикации [1].

Цель исследования – проведение таксономического и экологического анализа флоры водных и прибрежных сосудистых растений р. Уборти в окрестностях аг. Липляны Лельчицкого района Гомельской области.

Материалы и методы. В течение вегетационных сезонов 2024–2025 гг. маршрутным методом проводили флористические исследования состава макрофитов р. Уборти в окрестностях аг. Липляны.

Результаты исследований. Согласно результатам таксономического анализа, систематический список водных и прибрежных сосудистых растений р. Уборти на исследованной территории составил 39 учтенных видов (без учета деревьев и кустарников), которые относятся к 34 родам, принадлежащих 24 семействам трех классов отделов *Polypodiophyta* и *Magnoliophyta*. Отдел *Polypodiophyta* представлен одним видом семейства *Salviniaceae* класса *Polypodiopsida* – *Salvinia natans* (L.) All. Класс *Magnoliopsida* отдела *Magnoliophyta* насчитывает 22 вида, относящиеся к 20 родам 13 семейств; класс *Liliopsida* – 16 видов 13 родов 10 семейств.

Наиболее многочисленно представлены семейства *Lamiaceae* – 4 вида (*Lycopus europaeus* L., *Mentha aquatica* L., *Stachys palustris* L., *Scutellaria galericulata* L.), *Apiaceae* – 3 вида (*Cicuta virosa* L., *Oenanthe aquatica* (L.) Poir., *Sium latifolium* L.), *Juncaceae* – 3 вида (р. *Juncus* L.). Семейства *Ranunculaceae*, *Primulaceae*, *Rosaceae*, *Scrophulariaceae* класса *Magnoliopsida*, *Alismataceae*, *Potamogetonaceae*, *Cyperaceae*, *Poaceae* класса *Liliopsida* включают по 2 вида. Монодоминантными являются семейства *Nymphaeaceae*, *Ceratophyllaceae*, *Polygonaceae*, *Lythraceae*, *Rubiaceae*, *Boraginaceae*, *Asteraceae*, *Hydrocharitaceae*, *Iridaceae*, *Lemnaceae*, *Sparganiaceae*, *Typhaceae*.

В экологической структуре флоры по отношению к свету зарегистрированы гелиофиты (32 вида) и факультативные гелиофиты (7 видов) в соотношении 82,05 % и 17,95 %. Среди трофоморф выявлены мезотрофы (24 вида) и эутрофы (15 видов), что составляет 61,54 % и 38,46 %.

По классификации водных, воздушных и околоводных растений, разработанной Г. С. Гигевич с соавторами [2], на исследованной территории 27 видов относятся к гигрофитам (69,23 %), 12 видов – к гидрофитам (30,77 %). К гигрофитам относятся гигрогелофиты среднерослые (11 видов), высокорослые (2 вида) и низкорослые (1 вид); эугигрофиты среднерослые (9 видов) и низкорослые (4 вида). Гидрофитами являются плейстогидрофиты неукореняющиеся (3 вида: *Hydrocharis morsus-ranae*, *Lemna minor*, *Salvinia natans*) и укореняющиеся (3 вида: *Nuphar lutea*, *Persicaria amphibia*, *Potamogeton natans*); аэрогидрофиты среднерослые (3 вида: *Sagittaria sagittifolia*, *Alisma plantago-aquatica*, *Sparganium erectum*) и высокорослые (1 вид – *Typha angustifolia*); эугидрофиты – с воздушными генеративными органами, укореняющийся *Potamogeton lucens* и полностью погруженный, неукореняющийся *Ceratophyllum demersum*.

Согласно классификации водных и околоводных растений, предложенной В. Г. Папченковым [3], зарегистрировано следующее распределение макрофитов по группам экотипов: прибрежно-водные (16 видов), околоводные (15 видов) и настоящие водные растения (8 видов), что составляет 41,03 %, 38,46 % и 20,51 %. К настоящим водным растениям относятся свободно плавающие в толще (2 вида) и на поверхности воды (2 вида), а также укореняющиеся гидрофиты с плавающими на воде листьями (4 вида). Прибрежно-водные растения представлены гигрогелофитами (14 видов) и воздушно-водными растениями – высокотравными гелофитами (*Iris pseudacorus*, *Typha angustifolia*). Заходящие в воду береговые (околоводные) растения делятся на гигрофиты (11 видов), гигромезо- и мезофиты (4 вида).

Заключение. В составе флоры водных и прибрежных сосудистых растений р. Уборти в окрестностях аг. Липляны было описано 39 видов

макрофитов, которые относятся к 34 родам, 24 семействам, трем классам отделов *Polypodiophyta* и *Magnoliophyta*. В экологическом спектре по отношению к свету и трофности среды доминируют гелиофиты (82,05 %) и мезотрофы (61,54 %).

Список использованной литературы

1. Винокурова, Н. В. Макрофиты в структуре формирования экосистем р. Урал / Н. В. Винокурова, Г. Н. Соловых, С. А. Донскова // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2015. – № 10 (185). – С. 108–111.

2. Гигевич, Г. С. Высшие водные растения Беларуси: Эколого-биологическая характеристика, использование и охрана / Г. С. Гигевич, Б. П. Власов, Г. В. Вынаев ; под общ. ред. Г. С. Гигевич. – Мн. : БГУ, 2001. – 231 с.

3. Папченков, В. Г. О классификации растений водоемов и водотоков / В. Г. Папченков // Гидробиотаника: методология, методы : материалы Школы по гидробиотанике, 8–12 апр. 2003 г., п. Борок. – Рыбинск : Рыбин. Дом печати, 2003. – С. 23–26.

К содержанию