

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, 24 марта 2025 года

Брест
БрГУ имени А. С. Пушкина
2025

ISBN 978-985-22-0866-6

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

Об издании – [1](#), [2](#)

1 – сведения об издании

УДК 005.584.1+502(082)

ББК 20.1я431

Редакционная коллегия:

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

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

старший преподаватель **М. В. Левковская**

Рецензенты:

декан факультета инженерных систем и экологии УО «Брестский государственный технический университет» кандидат технических наук, доцент **О. П. Мешик**

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,
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. – 138 с. –
URL: <http://rep.brsu.by/handle/123456789/10456>.

ISBN 978-985-22-0866-6.

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», 2025

[ВПЕРЕД](#)

2 – производственно-технические сведения

- Использованное ПО: Windows 10, Microsoft Office 2013;
- ответственный за выпуск Ж. М. Селюжицкая, корректор Е. С. Мизерия, технический редактор Е. С. Мизерия, компьютерный набор и верстка А. С. Домась;
- дата размещения на сайте: 11.07.2025;
- объем издания: 1,78 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

<u>Воронко А. Н.</u> Оценка стабильности развития зеленых лягушек (<i>Pelophylax esculentus</i> Complex) в сильно урбанизированных водоемах города Гродно	7
<u>Гисюк Ю. А.</u> Сравнительная характеристика видового многообразия сосняков и березняков окрестностей аг. Ставы Каменецкого района.....	10
<u>Говор К. А.</u> Экологические комплексы булавоусых чешуекрылых в биотопах Гродненского и Жлобинского районов.....	15
<u>Горегляд А. С.</u> Встречаемость позвоночных животных в искусственных гнездовьях Припятского Полесья.....	16
<u>Дорошук А. А.</u> Экологические аспекты в химическом образовании 7–11 классов.....	19
<u>Дуброва Ю. С.</u> Влияние гуминового препарата «Оксидат торфа» на целлюлозолитическую активность почвы, загрязненной нефтепродуктами.....	22
<u>Жукович М. А.</u> Роль химического эксперимента в формировании функциональной грамотности у учащихся общего среднего образования.....	25
<u>Заяц В. В.</u> Анализ зараженности паразитоидами премагинальных стадий инвазивной азиатской коровки (<i>Harmonia axyridis</i> (Pallas, 1773) (Coleoptera: Coccinellidae) в популяциях из города Минска.....	27
<u>Кайдалова М. А.</u> Влияние эколого совместимых технологий выращивания смородины на содержание фенольных соединений в плодах	30
<u>Каспярчук К. І.</u> Відавы склад і размеркаванне прадстаўнікоў класа <i>Actinopterygii</i> ў вадаёмах наваколля аг. Маравіль Бярозаўскага раёна	33
<u>Кашлей П. Р.</u> Создание электронного ресурса по экологии для учащихся 8 классов с использованием новых информационных технологий	36
<u>Кельник А. С.</u> Эпифитный бриокомпонент <i>Carpinus betulus</i> L. в лесопарке «Румлёво»	39
<u>Кислицын Д. А.</u> Применение технологий автоматизированного дешифрирования для выявления динамики видов земель	42
<u>Клиш А. П.</u> Влияние водного дефицита на содержание фотосинтетических пигментов в листьях <i>Raphanus sativus</i> L.	45
<u>Клюка С. А., Ковалевич А. В.</u> Преимущества мучных кондитерских изделий собственного приготовления для сохранения здоровья студенческой молодежи.....	48

<u>Кобяtko E. A., Крот A. A.</u> Влияние биопрепарата «Профит» (мультибактериальный комплекс) на морфометрические показатели кресс-салата в условиях углеводородного загрязнения	53
<u>Кожуро K. C.</u> К видовому составу долгоносикообразных жуков (<i>Circulionoidea</i>) Минской области	56
<u>Конопацкая O. A.</u> Использование данных мониторинга выбросов загрязняющих веществ от промышленных предприятий в проектной деятельности учащихся для формирования экологической культуры.....	59
<u>Корень П. И.</u> Влияние сульфатного засоления на физиологические процессы <i>Tagetes patula</i> L.	62
<u>Кот A. Г.</u> Таксономический состав бриофитов сосняков Пружанского района	65
<u>Крот A. A., Кобяtko E. A.</u> Влияние регулятора роста «Мальтамин» на морфометрические показатели кресс-салата в условиях углеводородного загрязнения почв	67
<u>Кулеш K. B.</u> К видовому составу жужелиц (Carabidae) Минской области..	70
<u>Кунда Д. O.</u> Видовое разнообразие наземных жесткокрылых урбоэкосистем западной части г. Бреста	73
<u>Лазько E. A.</u> Структура флоры макрофитов водных каналов окрестностей Брестской крепости	77
<u>Лапцевич C. C.</u> Антофильные жесткокрылые фауны Центральной Беларуси	80
<u>Мелюх A. B.</u> Формирование экологического сознания обучающихся на уроках химии при изучении вопросов химизации сельского хозяйства..	83
<u>Мисюля Д. И., Колесников A. A.</u> Культивирование <i>Azotobacter chroococcum</i> в присутствии некоторых производных 2-амино-3-циано-4h-хромена	86
<u>Некрашевич B. Л.</u> Влияние 24-эпикастастерона и его конъюгата с янтарной кислотой на начальные этапы роста и развития гречихи посевной (<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench.) сорта Омега	89
<u>Палий A. C.</u> Изучение высших споровых растений в школьном курсе «Биология»	92
<u>Пинчук B. И.</u> Фитотестирование качества поверхностных вод в промзоне г. Гомеля с использованием <i>Avena sativa</i> L.	95
<u>Размыслович K. A.</u> Таксономическая структура лишенофлоры геологического и гидрологического памятников природы города Бреста	98
<u>Рапинчук A. B.</u> Биологическая активность гуминовых кислот (на примере <i>Raphanus sativus</i> L.)	101

<u>Реджепов Д. С.</u> Влияние конъюгата 24-эпикастастерона с индолилукусуской кислотой на начальные этапы роста и развития гречихи посевной (<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench.) сорта Альфа	104
<u>Романюк И. А.</u> Таксономический состав древесных интродуцентов города Кобрин.....	108
<u>Сапсалева А. А., Репетуева Ж. Я.</u> Фитопатогенные микромицеты Любужского и Печерского лесопарков города Могилева	111
<u>Свиридюк А. С.</u> Видовое разнообразие и экология герпетобионтных жесткокрылых на территории Кобринского района (Брестская область)	114
<u>Сидун Е. Ю.</u> Каталазная активность некоторых придорожных почв города Бреста	117
<u>Смоляг В. А.</u> Видовой состав отряда чешуекрылых (Lepidoptera) города Бреста и его окрестностей.....	119
<u>Станиславец А. И.</u> Анализ совместного влияния ионов кадмия с тетрасулцином 24-эпикастастерона на рост и развитие овса посевного (<i>Avena sativa</i> L.).....	123
<u>Сушко И. А.</u> Содержание азота аммонийного в почвах различных категорий земель Гродненской области	126
<u>Чипурных Е. В.</u> Изменение морфометрических показателей <i>Lepidium sativum</i> L. под влиянием некоторых почвенных добавок в условиях засоления	129
<u>Швайко А. В.</u> Сравнительный анализ влияния конъюгатов 24-эпикастастерона с органическими кислотами на морфометрические показатели гречихи посевной (<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench.) сорта Влада	132
<u>Шван А. Е.</u> Влияние микроводорослевых комплексов <i>Vischeria-Chlorella</i> на рост и развитие проростков кукурузы в лабораторном эксперименте	135

УДК 591.5

А. Н. ВОРОНКО

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

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

**ОЦЕНКА СТАБИЛЬНОСТИ РАЗВИТИЯ ЗЕЛЕННЫХ
ЛЯГУШЕК (*PELOPHYLAX ESCULENTUS* COMPLEX)
В СИЛЬНО УРБАНИЗИРОВАННЫХ ВОДОЕМАХ
ГОРОДА ГРОДНО**

Актуальность. В последнее время в условиях стремительной урбанизации, приводящей к деградации экосистем, нарушению пищевых цепей и угрозе исчезновения биологических видов, биоиндикация приобретает особую актуальность. Она позволяет контролировать и регулировать экологические проблемы, предотвращая негативные последствия антропогенного загрязнения. Амфибии являются ценными биоиндикаторами благодаря своим уникальным биологическим особенностям. Они широко распространены, хорошо изучены и доступны для исследований. Их морфологические и морфофизиологические характеристики, а также способность аккумулировать загрязняющие вещества, радионуклиды и тяжелые металлы делают их идеальными кандидатами для оценки состояния экосистем [1, с. 3], в первую очередь водных экосистем, учитывая особенности биологии земноводных и их водно-наземный образ жизни.

Оценка стабильности развития амфибий по величине флуктуирующей асимметрии является одним из простейших методов биоиндикации, позволяющим проводить первичную оценку состояния популяций амфибий в рамках экологического мониторинга. Флуктуирующая асимметрия, представляющая собой ненаправленные отклонения от симметрии, отражает несовершенство онтогенетических процессов и позволяет оценить степень воздействия загрязняющих веществ, а также провести интегральную экспресс-оценку качества водной среды обитания [2, с. 208].

Цель работы – оценка стабильности развития комплекса европейских водных зеленых лягушек (*Pelophylax esculentus* complex) методом флуктуирующей асимметрии в водоемах с высокой степенью антропогенной нагрузки на территории г. Гродно.

Материалы и методы. Полевые исследования, проведенные с апреля по сентябрь 2024 г. на территории г. Гродно, были направлены на изучение стабильности развития амфибий в условиях урбанизации. Для проведения мониторинга выбраны два стационарных водоема, характеризующиеся высокой степенью антропогенной нагрузки. Описание водоемов проводилось

по стандартизированным бланкам ведения мониторинга для земноводных, что позволило оценить их экологические характеристики. Для определения степени антропогенной нагрузки на водоемы была использована балльная оценка, предложенная О. В. Янчуревич, согласно которой учитывали 10 количественных и качественных показателей, характеризующих водоемы [3, с. 113].

Сбор земноводных осуществляли вручную или с помощью водного сачка. Определение видовой принадлежности животных проводили с использованием определителей по морфологическим признакам. Для выявления стабильности развития амфибий использованы семь стандартных морфологических признаков асимметрии у зеленых лягушек рода *Pelophylax*: число полос и пятен на внешней стороне бедра, голени и стопы, число пятен на спине [4, с. 75].

Статистическую обработку полученных результатов проводили стандартными методами с использованием t-критерия Стьюдента [5, с. 68].

Результаты исследований. Исследования проводили на двух стационарных водоемах, расположенных на территории г. Гродно. Первый стационарный водоем (В-1), расположенный в южной части города на территории лесопарка «Ольшанка», выбран в связи с его естественным происхождением и высокой степенью антропогенной нагрузки (22 балла). Площадь водной поверхности составляет 247 м². Второй водоем (В-2), расположенный в северной части г. Гродно на территории микрорайона Грандичи, имеет искусственное происхождение и высокую степень антропогенной нагрузки (25 баллов). Площадь водной поверхности данного водоема составляет 7392 м².

В ходе исследования водных экосистем г. Гродно была проведена оценка стабильности развития зеленых лягушек рода *Pelophylax* на двух выборках по 20 особей с различным видовым соотношением на двух водоемах. При анализе показателя флуктуирующей асимметрии не проводилось разделение лягушек на отдельные виды, и все три вида рассматривались в комплексе, что допускается методикой [6, с. 16].

Результаты исследования показали наличие статистически значимых различий (при $p < 0,05$) в интегральном показателе, характеризующем нарушение стабильности развития, между популяциями лягушек, обитающих в искусственном и естественном водоемах. Полученные показатели привязаны к пятибалльной шкале оценки отклонений состояния организма от условной нормы.

Значение показателя флуктуирующей асимметрии зеленых лягушек на В-1 составляет $0,31 \pm 0,034$, на В-2 – $0,59 \pm 0,041$, что соответствует одному и трем баллам шкалы оценки стабильности развития и указывает

на благополучное состояние первого водоема и относительно неблагоприятные условия для обитания живых организмов во втором.

Заключение. В результате проведенного исследования стабильности развития комплекса зеленых лягушек (*Pelophylax esculentus complex*) установлены значительные различия в экологическом состоянии двух стационарных сильно урбанизированных водоемов г. Гродно, что подчеркивает разное влияние антропогенных факторов на популяции амфибий. Данный подход может быть использован для дальнейшего мониторинга экосистем и разработки стратегий по охране окружающей среды в условиях урбанизации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Спирина, Е. В. Амфибии как биоиндикационная тест-система для экологической оценки водной среды обитания : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.16 / Спирина Елена Владимировна ; Ульян. гос. ун-т. – Ульяновск, 2007. – С. 3–22.

2. Григоренко, А. А. Биоиндикация на основе морфометрических параметров бесхвостых амфибий на различных участках реки Сож на территории Гомельского района (на примере зеленых лягушек) / А. А. Григоренко // Эколого-биологические аспекты состояния и развития Полесского региона : сб. науч. ст. / Мозыр. гос. пед. ун-т им. И. П. Шамякина ; под науч. ред. Е. В. Тихонова. – Мозырь, 2020. – С. 208–217.

3. Янчуревич, О. В. Видовой состав и структурная организация сообществ земноводных урбанизированных территорий / О. В. Янчуревич // Актуальные проблемы экологии : материалы IX Междунар. науч.-практ. конф., Гродно, 23–25 окт. 2013 г. : в 2 ч. / ГрГУ им. Я. Купалы ; редкол.: И. Б. Заводник [и др]. – Гродно, 2013. – Ч. 1. – С. 113–115.

4. Здоровье среды: методика оценки. Центр экологической политики России, Центр здоровья среды / В. М. Захаров, А. С. Баранов, В. И. Борисов [и др.]. – М., 2000. – 68 с.

5. Лада, Г. А. Методы исследования земноводных : науч.-метод. пособие / Г. А. Лада, А. С. Соколов. – Тамбов : Изд-во ТГУ им. Г. Р. Державина, 1999. – 75 с.

6. Рабковская, Е. М. Оценка стабильности развития *Pelophylax ridibundus* на территории Гродненской области / Е. М. Рабковская, В. Д. Джумагылыджов, О. В. Янчуревич // Efektivni nastroje modernich ved – 2020 : materialy XVI Mezinarodni vedecko-prakticka konference, Praha, 22–30 dubna 2020 r. – Praha : Education and Science, 2020. – С. 15–18.

[К содержанию](#)

УДК 581.93

Ю. А. ГИСЮК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВИДОВОГО МНОГООБРАЗИЯ СОСНЯКОВ И БЕРЕЗНЯКОВ ОКРЕСТНОСТЕЙ АГ. СТАВЫ КАМЕНЕЦКОГО РАЙОНА

Актуальность. Леса и лесные ресурсы являются важным возобновляемым природным ресурсом Республики Беларусь, одним из важных факторов эколого-экономической безопасности страны. Леса Республики Беларусь, которые занимают 45 % ее территории, служат источником древесных и недревесных ресурсов (береста, кора деревьев и кустарников, хворост и т. д.), осуществляют особые функции средообразования и охраны природы.

По ряду показателей, которые характеризуют лесной фонд (площадь лесов, запас растущей древесины в пересчете на одного жителя, лесистость), наша республика входит в первую десятку лесных государств Европы. Сведения о лесном фонде Республики Беларусь содержатся в Государственном лесном кадастре, составленном на весь лесной фонд страны по административно-территориальным единицам, республиканским органам государственного управления и другим ведомствам, а также по юридическим лицам, которые ведут лесное хозяйство [1].

Цель – установить особенности видового состава сосняков и березняков черничных окрестностей аг. Ставы Каменецкого района Брестской области.

Материалы и методы. Полевые исследования проводились маршрутным методом с сезонной повторностью в 2023–2024 гг. Используются маршрутный и стационарный методы полевого исследования. Проведен таксономический анализ [2]. Подготовлена гербарная коллекция видов сосудистых растений.

Результаты исследований. Большая половина лесных насаждений Республики Беларусь представлена соснами. В стране сосновые леса занимают около 48 тыс. км², что делает их преобладающими в лесной формации. Значительное большинство сосновых лесов страны имеет возраст от 50 до 55 лет. Конкретно в Высоковском лесничестве средний возраст сосны составляет 58 лет. Сосняки достаточно равномерно распределены по всем областям Беларуси. Преобладающими типами леса являются сосняк мшистый (37,9 %), сосняк орляковый (22,5 %) и сосняк черничный (16,0 %) [3].

Видовой состав растений сосняка черничного включает 15 видов из 11 семейств, в том числе 13 видов покрытосеменных растений (10 семейств) и по одному виду из высших споровых и голосеменных растений. В сосняке черничном доминирует по количеству видов семейство *Rosaceae* Juss. Семейство *Boraginaceae* Juss. представлено двумя видами, остальные девять семейств насчитывают по одному виду.

Древесный ярус образован *Pinus sylvestris* L. Подлесок развит слабо, содержит *Sorbus aucuparia* L. и *Sambucus nigra* L. В подросте представлены *Pinus sylvestris* L., *Quercus robur* L., *Betula pendula* Roth. Остальные десять видов образуют травянисто-кустарниковый ярус (*Dryopteris carthusiana* Vill., *Vaccinium myrtillus* L., *Fragaria vesca* L., *Rubus idaeus* L., *Geum urbanum* L., *Knautia arvensis* L., *Anchusa officinalis* L., *Myosotis arvensis* (L.) Hill, *Urtica dioica* L., *Chelidonium majus* L. В напочвенном покрове широко представлены зеленые мхи.

Березовые леса также широко распространены на территории нашей страны и составляют 22,9 % лесопокрытой площади. В пределах Высоковского лесничества березняки занимают площадь в 1104,8 га, где средний возраст *Betula pendula* Roth составляет 43 года. Формация березовых лесов в Беларуси широко распространена и занимает второе место после сосняков. Наиболее распространены в условиях Республики Беларусь березняки черничные (19,1 %), кисличные (16,0 %), папоротниковые (14,5 %) и орляковые (10,6 %). В березняках черничных и кисличных происходит наиболее успешное естественное возобновление коренными породами [4].

В березняке черничном выявлено 29 видов из 19 семейств. Наибольшим видовым разнообразием отличается семейство *Asteraceae* Dumort. (четыре вида). Семейства *Betulaceae* S. F. Gray, *Salicaceae* Mirb., *Ranunculaceae* Juss., *Rosaceae* Juss., *Scrophulariaceae* Juss., *Umbelliferae* Juss., *Fabaceae* Lindl. включают по два вида. Остальные десять семейств насчитывают по одному виду.

Видовой состав древесного яруса березняка черничного представлен *Betula pendula* Roth, *Populus tremula* L. Эти же виды и *Quercus robur* L. обнаружены в подросте. Подлесок формируют *Corylus avellana* L., *Salix caprea* L., *Acer negundo* L., *Prunus padus* Mill. В кустарниково-травянистом ярусе представлены *Rosa canina* L., *Cytisus ruthenicus* (Fisch, ex Woloszcz), *Genista tinctoria* L., *Ribes nigrum* L., *Vaccinium vitis-idaea* L. и 16 травянистых видов.

Сходство видового состава выражается в наличии *Vaccinium vitis-idaea* L. и присутствии в древесном ярусе и подросте *Pinus sylvestris* L., *Quercus robur* L., *Betula pendula* Roth – являются общими (рисунок).

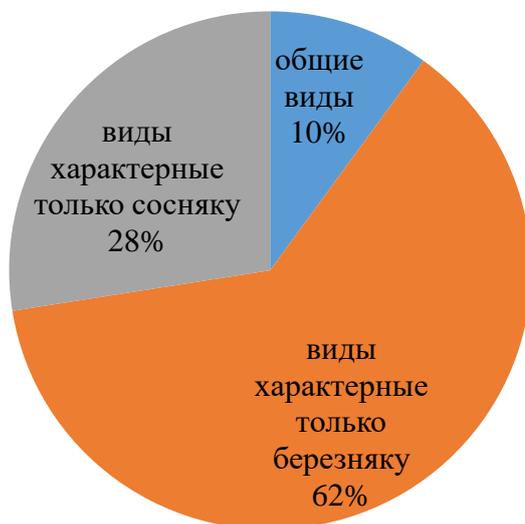


Рисунок – Сходство видового состава сосняка и березняка

Заключение. Таким образом, сравнительное изучение видового многообразия сосняков и березняков окрестностей аг. Ставы Каменецкого района показало, что видовой состав березовых лесов значительно богаче, чем сосновых.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лазаревич, С. В. Флора и растительность Беларуси : лекции / С. В. Лазаревич. – Горки : Белорус. гос. с.-х. акад., 2005. – 36 с.
2. Определитель высших растений Беларуси / под ред. В. И. Парфенова. – Минск : Дизайн Про, 1999. – 471 с.
3. Яротов, А. Е. Общие закономерности роста и развития сосновых лесов на территории Беларуси (дендроклиматический анализ) / А. Е. Яротов // Региональная физическая география в новом столетии: (к 55-летию кафедры физической географии мира и образовательных технологий) : сб. науч. ст. Вып. 10 / БГУ, БГПУ им. М. Танка ; под общ. ред. Я. К. Еловичевой. – Минск : БГУ, 2017. – С. 53–58.
4. Юркевич, И. Д. Березовые леса Беларуси: типы, ассоциации, сезонное развитие и продуктивность / И. Д. Юркевич. – Минск : Наука и техника, 1992. – 183 с.

[К содержанию](#)

УДК 595.789

К. А. ГОВОР

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

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

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ БУЛАВОУСЫХ ЧЕШУЕКРЫЛЫХ В БИОТОПАХ ГРОДНЕНСКОГО И ЖЛОБИНСКОГО РАЙОНОВ

Актуальность. Булавоусые, или дневные чешуекрылые (*Rhopalocera*), – широко распространенная группа насекомых [1, с. 47], которые играют огромную роль в опылении цветковых растений, служат модельным объектом для разнообразных биологических исследований, в том числе при проведении экологического мониторинга [2, с. 4].

Цель настоящей работы – выявить экологические комплексы булавоусых чешуекрылых в исследованных биотопах г. Гродно и г. Жлобина.

Материалы и методы. В основе работы лежат сборы булавоусых чешуекрылых за полевой сезон 2024 г. Для проведения исследования в окрестностях Гродно [3, с. 29] и Жлобина заложили по четыре пробные площадки. Сбор булавоусых чешуекрылых проводили по стандартной методике при помощи энтомологического сачка. Также использовали ручной сбор и ловлю на приманку. Далее в лабораторных условиях проводили расправление, определение и монтирование материала.

Результаты исследований. По результатам проведенных исследований за полевой сезон 2024 г., на территории восьми исследованных биотопов Гродно и Жлобина отмечено 25 видов булавоусых чешуекрылых, принадлежащих к 11 подсемействам и 5 семействам. Экологические комплексы булавоусых чешуекрылых выделяли на основе биотопической приуроченности и данных фенологии.

По биотопической приуроченности выявлено три группы булавоусых чешуекрылых. Наибольшее количество видов относится к луговым (14 видов, или 56 % от общего числа): *Pieris brassicae* (Linnaeus, 1758), *Leptidea sinapis* (Linnaeus, 1758), *Colias hyale* (Linnaeus, 1758), *Melitaea aurelia* (Nickerl, 1850), *Cupido alcetas* (Hoffmannsegg, 1804), *Lucaena dispar* (Haworth, 1802), *Lucaena phlaeas* (Linnaeus, 1758), *Hesperia lineola* (Oshsenheimer, 1808), *Heteropteryx morpheus* (Pallas, 1771), *Gonopteryx rhamni* (Linnaeus, 1758), *Polyommatus icarus* (Rottemburg, 1775), *Boloria selenis* (Eversmann, 1837), *Pieris rapae* (Linnaeus, 1758), *Pieris napi* (Linnaeus, 1758) (рисунок 1).

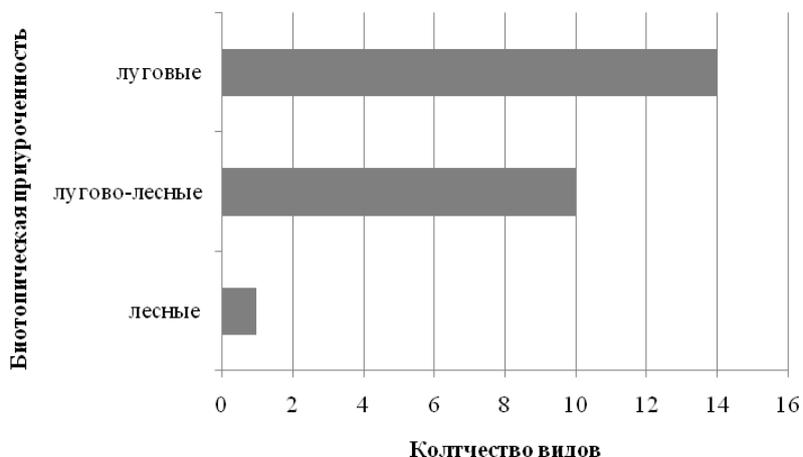


Рисунок 1 – Биотопическая приуроченность булавоусых чешуекрылых района исследования

К лугово-лесным видам принадлежат 10 видов (40 %): *Melanagria galathea* (Linnaeus, 1758), *Aphantopus hyperantus* (Linnaeus, 1758), *Lasiommata megera* (Linnaeus, 1758), *Aglais io* (Linnaeus, 1758), *Polygonia c-album* (Linnaeus, 1758), *Aglais urticae* (Linnaeus, 1758), *Maniola jurtina* (Linnaeus, 1758), *Coenonympha pamphilus* (Linnaeus, 1758), *Vanessa atalanta* (Linnaeus, 1758), *Arginnis paphia* (Linnaeus, 1758). Зарегистрирован один лесной вид – *Araschnia levana* (Linnaeus, 1758) (4 %).

Результаты фенологического анализа показали наличие трех фенологических групп булавоусых чешуекрылых: весенне-летняя, летняя и летне-осенняя (рисунок 2).

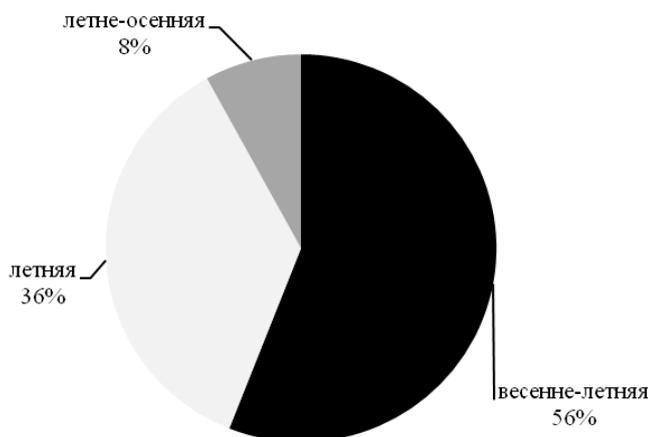


Рисунок 2 – Фенологические группы булавоусых чешуекрылых района исследования

Как видим на рисунке 2, максимальное видовое разнообразие наблюдается с поздней весны и до середины лета. Далее с середины лета и до конца вегетационного периода идет уменьшение числа видов. Преобладающей группой является весенне-летняя, насчитывающая 14 видов (или 56 % от общего числа). К данной фенологической группе принадлежат: *P. rapae*, *P. napi*, *P. brassicae*, *C. hyale*, *L. megera*, *P. c-album*, *A. levana*, *C. alcetas*, *L. dispar*, *L. phlaeas*, *G. rhamni*, *C. pamphilus*, *V. atalanta*, *L. sinapis*.

К летней фенологической группе принадлежат 9 видов (36 %): *M. galathea*, *A. hyperantus*, *A. io*, *M. aurelia*, *B. selenis*, *A. urticae*, *H. lineola*, *H. morpheus*, *A. raphia*. Меньше всего представлены виды летне-осеннего периода активности (2 вида, 8 %): *M. jurtina* и *P. icarus*.

Заключение. За полевой сезон 2024 г. на исследованных биотопах Гродно и Жлобина отмечено обитание 25 видов булавоусых чешуекрылых, принадлежащих к 11 подсемействам и 5 семействам. На территории исследованных биотопов установлены экологические комплексы булавоусых чешуекрылых с преобладанием луговых видов и представителей весенне-летней фенологической группы (по 14 видов, или 56 % от общего числа соответственно).

Полученные сведения о биотопической приуроченности и фенологии булавоусых чешуекрылых на территории Гродно и Жлобина могут найти применение в биомониторинговых и экологических исследованиях и при составлении соответствующих разделов региональных кадастров животного мира, а также при изучении фауны булавоусых чешуекрылых сопредельных территорий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гудойтите, Д. В. Булавоусые чешуекрылые Островецкого района / Д. В. Гудойтите // Природа, человек и экология : электрон. сб. материалов X Респ. науч.-практ. конф. молодых ученых, Брест, 30 марта 2023 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: С. Э. Кароза (отв. ред.) [и др.]. – Брест : БрГУ, 2023. – С. 47. – URL: <http://rep.brsu.by/handle/123456789/9077>.

2. Моттаева, А. Х. Булавоусые чешуекрылые (Lepidoptera, Rhopalocera) Центрального Кавказа : автореф. дис ... канд. биол. наук : 03.00.08, 03.00.16 / Моттаева Асият Хаджимуратовна ; Кабардино-Балкар. гос. ун-т им. Х. М. Бербекова. – Махачкала, 2009. – 24 с.

3. 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. 29–31.

[К содержанию](#)

УДК 59.009

А. С. ГОРЕГЛЯД

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

ВСТРЕЧАЕМОСТЬ ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ В ИСКУССТВЕННЫХ ГНЕЗДОВЬЯХ ПРИПЯТСКОГО ПОЛЕСЬЯ

Актуальность. Значительная часть видов животных, населяющих территории с древесными растениями, на той или иной стадии жизненного цикла используют различного рода укрытия на деревьях (дупла, полости в древесине и др.) для размножения, укрытия от непогоды и врагов, запаса-ния корма. К сожалению, современные тенденции ухода за садами, парками, лесами приводят к существенному снижению числа доступных убежищ и мест гнездования для животных-дуплогнездников, что делает важным устройство и размещение искусственных гнездовий различных типов.

Цель – обобщение результатов встречаемости различных видов позвоночных животных в искусственных гнездовьях для синиц (типа синичника), размещенных в Пинском районе.

Материалы и методы. Полевые наблюдения за использованием искусственных гнездовий позвоночными животными в населенных пунктах аг. Сошно и д. Вылазы Пинского района, а также в лесном массиве в окрестностях аг. Сошно проводились в течение 2019–2024 гг. Для этого использовались искусственные гнездовья типа синичника с диаметром летка 3–3,5 см, изготовленные из обрезных досок [1]. Синичники размещались в четырех типах местообитаний – деревенская застройка, опушка средне-возрастного сосново-лиственного леса, лесопосадка сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) и березы повислой (*Betula pendula*). Лесной массив представлен высокоствольным сосняком-жердняком с примесью лиственных пород.

Гнездовья обычно проверялись несколько раз в год. Первый учет проводился в конце апреля – начале июня, второй в середине июля – начале августа. Также некоторые синичники проверялись в течение осени, а зимой производилась чистка гнездовий от следов жизнедеятельности животных.

Результаты исследования. За 6 лет (2019–2024) полевых наблюдений в синичнике на гнездовании выявлено шесть видов птиц-дуплогнездников, два вида посещали гнездовья без признаков гнездовой деятельности [2]. Кроме того, в гнездовьях встречались четыре вида мелких млекопитающих. Учет встречаемости проводился по количеству искусственных гнездовий.

Например, если полчок встречался в одном и том-же гнездовье три года, то его встречаемость принималась за единицу (таблица).

Таблица – Встречаемость позвоночных животных в искусственных гнездовьях типа синичника Пинского района в 2019–2024 гг.

Виды животных	Встречаемость в искусственных гнездовьях		Виды животных	Встречаемость в искусственных гнездовьях	
	п	%		п	%
<i>Ficedula hypoleuca</i>	3	10	<i>Dendrocopos major</i>	12	40
<i>Cyanistes caeruleus</i>	7	23,3	<i>Glaucidium passerinum</i>	1	3,3
<i>Parus major</i>	16	53,3	<i>Musccardinus avellanarius</i>	5	16,7
<i>Periparus ater</i>	1	3,3	<i>Glis glis</i>	11	36,7
<i>Sitta europaea</i>	1	3,3	<i>Myodes glareolus</i>	1	3,3
<i>Passer montanus</i>	3	10	<i>Sylvaemus flavicollis</i>	4	13,3
Всего гнездовий	30	100	Всего гнездовий	30	100

Мухоловка-пеструшка (*Ficedula hypoleuca*) встречалась в трех гнездовьях, расположенных в одном участке высокоствольного сосняка. В период с 2021 по 2024 г. было зарегистрировано пять успешных циклов размножения.

Лазоревка обыкновенная (*Cyanistes caeruleus*) занимала семь синичников, расположенных в участках леса с преобладанием лиственных пород деревьев.

Синица большая (*Parus major*) – самый массовый вид при занятии искусственных гнездовий. Ее гнездование было зарегистрировано в 16 синичниках, расположенных во всех типах местообитаний. Достоверно установлено 38 случаев гнездования в течение 2020–2024 гг. В 80 % случаев вид встречался в синичниках в течение первого цикла размножения, т. е. в апреле – июне. Также большая синица активно использовала искусственные гнездовья для ночевки в осенне-зимний период.

Московка (*Periparus ater*) была отмечена на гнездовании только один раз (в 2023 г.) в гнездовье с небольшой площадью дна, расположенном на краю лесопосадки на сосне обыкновенной невысоко над землей.

Поползень обыкновенный (*Sitta europaea*) один раз был встречен на гнездовании в мае 2023 г. в синичнике, расположенном на опушке леса. В гнездовье поползень раствором глины уменьшил диаметр летка.

Воробей полевой (*Passer montanus*) в течение 2019–2024 гг. регистрировался на гнездовании в трех искусственных гнездовьях, расположенных в границах населенного пункта.

Дятел пестрый (*Dendrocopos major*) повредил леток в 40 % синичников, расположенных во всех четырех типах местообитаний. В шести

гнездовьях диаметр летка был увеличен до 5–6 см, что позволило использовать гнездовья дятлу для ночевки.

Гнездовые постройки сони орешниковой (*Muscardinus avellanarius*) в виде аккуратно сплетенного шара из сухих листьев травянистых и древесных растений встречались в четырех искусственных гнездовьях в конце апреля – мае. Непосредственно на дне синичника 06.05.2023 была встречена одна взрослая особь, использовавшая его в качестве временного убежища.

Полчок (*Glis glis*) использовал 11 гнездовий в качестве убежища для дневок и выведения потомства, расположенных в одном участке лесного массива площадью около 30 га. Полчки использовали синичники с июня по конец сентября, но более 70 % случаев приходилось на июль – август.

В гнездовье с увеличенным до 5 см летком был зарегистрирован 07.12.2024 факт нахождения четырех мертвых рыжих полевок (*Myodes glareolus*) в качестве жертв воробьиного сыча (*Glaucidium passerinum*). При дальнейших осмотрах жертвы оставались нетронуты и в конце концов подверглись естественному процессу разложения.

В четырех искусственных гнездовьях в осенне-зимний период 2023–2024 гг. были встречены запасы желудей дуба черешчатого (*Quercus robur*), принадлежащие предположительно мышам желтогорлой (*Sylvaemus flavicollis*).

Заключение. Проведенные исследования в Пинском районе в течение 2019–2024 гг. позволили установить пребывание в искусственных гнездовьях восьми видов птиц и четырех видов мелких млекопитающих. В основном синичники служили местом для размножения, запасания кормов и в качестве убежищ от врагов и неблагоприятных погодных условий. Искусственные гнездовья, расположенные на опушке леса и в лесопосадке, характеризуются наибольшим видовым разнообразием позвоночных животных.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Демянчик, В. Т. Экологическая биотехния: практические способы привлечения и увеличения численности диких животных в природе Полясья. Ч. 2. Общие сведения, млекопитающие / В. Т. Демянчик, М. Г. Демянчик. – Брест : Изд-во С. Лаврова, 2000. – С. 171–199.

2. Благосклонов, К. Н. Охрана и привлечение птиц / К. Н. Благосклонов. – М. : Просвещение, 1972. – С. 138–145.

[К содержанию](#)

УДК 54-075

А. А. ДОРОШУК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ В ХИМИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ 7–11 КЛАССОВ

Актуальность. Экологическая составляющая при изучении химии играет ключевую роль в формировании осознания у учащихся взаимосвязи между химическими процессами и окружающей средой. В условиях глобальных экологических проблем, таких как изменение климата, загрязнение воды и почвы, истощение природных ресурсов, важно, чтобы будущие поколения обладали знаниями и навыками, необходимыми для решения вопросов, связанных с антропогенным воздействием на окружающую среду. Экологическое образование в химии помогает не только понять, как химические вещества влияют на экосистемы и здоровье человека, но и способствует развитию критического мышления и научного подхода к решению экологических проблем. Знания о токсичности, биодegradации и устойчивом использовании химических веществ способствуют формированию экологической ответственности у учащихся.

Цель – изучить содержание школьных программ и учебных пособий по предмету «Химия» и выявить экологическую составляющую в 7–11 классах учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования.

Материалы и методы. Материалом исследования является содержание школьных программ учебного предмета «Химия» 7–11 классов учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования, учебные пособия 7–11 классов, используемые в 2024/25 учебном году. Методы исследования – анализ и статистическая обработка данных.

Результаты исследований. На понимание учащимися взаимосвязи химических процессов и экологических последствий направлено экологическое образование. Одной из задач учебного предмета «Химия» в 7–11 классах является формирование экологической культуры, что отражается в содержании школьных программ и учебных пособий по химии. Проведенный анализ школьных программ учебного предмета «Химия» 7–11 классов на экологическую направленность представлен в таблице 1, а учебных пособий, используемых в этих классах в 2024/25 учебном году, – в таблице 2.

Таблица 1 – Темы экологической направленности, содержащиеся в школьных программах

Класс	Время, отведенное на изучение предмета «Химия» в классе, часов	Тема, предусмотренная учебной программой, для изучения в классе	
		Название темы, содержащей экологическую направленность	Время, отведенное на изучение темы, часов
7	35	Тема 4. Вода. – Химия и защита окружающей среды	5
8	70	–	–
9	68	Тема 5. Обобщение знаний. – Химия вокруг нас. – Химия и охрана окружающей среды	2
10	70	Тема 2. Углеводороды. – Охрана окружающей среды от загрязнений при переработке углеводородного сырья и использовании продуктов переработки нефти	22
11	68	Тема 8. Химические вещества в жизни и деятельности человека. – Охрана окружающей среды от вредного воздействия химических веществ	3

Из данных таблицы 1 видно, что вопросы экологии и охраны окружающей среды представлены в учебных школьных программах по химии неравномерно. В учебной программе 8 класса экологические вопросы не выделены в отдельную тему или подтему.

Таблица 2 – Параграфы учебного пособия

Наименование показателя	Класс				
	7	8	9	10	11
Количество параграфов в учебном пособии, штук	26	52	54	48	53
Количество параграфов экологической направленности в учебном пособии, штук	1	0	2	1	1

Из данных таблицы 2 следует, что в учебном пособии 8 класса не представлены параграфы, отражающие экологические вопросы,

а в 9 классе экологическая составляющая представлена в наибольшей степени и рассматривается в двух параграфах учебного пособия.

Анализ доли учебного материала экологической направленности в общем содержании учебного материала отражает низкий уровень содержания экологической информации в химическом образовании во всех классах (рисунок). Мало внимания уделено вопросам токсичности веществ, воздействию химических процессов на биосферу, устойчивости химических соединений в окружающей среде, разработке химических технологий для решения экологических проблем.

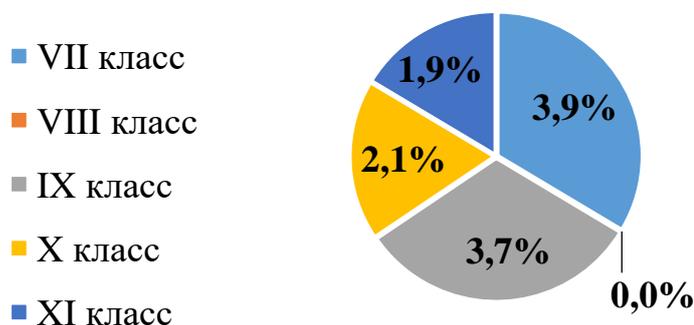


Рисунок – Доля экологической информации в учебном материале

Заключение. Исследование показало, что содержание экологической информации в рамках химического образования остается на низком уровне и составляет менее 4 % от общего объема учебного материала. Учащиеся не получают достаточного количества знаний для понимания взаимосвязи между химическими веществами и экологическими процессами. Эффективное экологическое образование учащихся должно включать в себя значительный объем информации о взаимодействии химических процессов с окружающей средой. Учащиеся, получившие низкий уровень экологической информации в химическом образовании, во взрослой жизни могут безответственно использовать химические соединения в быту и производстве, что приведет к новым экологическим проблемам или усугублению уже имеющихся. Для повышения уровня экологической информации в химическом образовании, необходимо вносить изменения в учебные программы, а также повышать квалификацию преподавателей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Национальный образовательный портал Республики Беларусь : [сайт]. – Минск, 2025. – URL: <https://adu.by> (дата обращения: 10.03.2025).

[К содержанию](#)

УДК 631.4:579.6

Ю. С. ДУБРОВА

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

ВЛИЯНИЕ ГУМИНОВОГО ПРЕПАРАТА «ОКСИДАТ ТОРФА» НА ЦЕЛЛЮЛОЗОЛИТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ, ЗАГРЯЗНЕННОЙ НЕФТЕПРОДУКТАМИ

Актуальность. Загрязнение почв очень часто приводит к подавлению биологической активности почв и, как следствие, вызывает деградацию и гибель всего биогеоценоза. Одним из процессов, определяющих интенсивность биологического круговорота веществ в экосистеме, является трансформация органических остатков, которая во многом зависит от активности целлюлозолитической группы микроорганизмов, деятельность которой играет ключевую роль в почвообразовательном процессе.

В связи с тем, что загрязнение почв продуктами нефтепереработки широко распространено, поиск путей снижения токсичности таких почв весьма актуален. При этом для ремедиации почв предпочтение, как правило, отдается экологически безопасным средствам, к которым относятся и гуминовые вещества, входящие в состав почвенного гумуса. Одним из наиболее популярных гуминовых препаратов является «Оксидат торфа».

Материалы и методы. Влияние гуминового препарата «Оксидат торфа» (далее – ОТ) на целлюлозолитическую активность почв было испытано в условиях загрязнения двумя видами нефтепродуктов: бензином АИ-92 (далее – Б) и отработкой моторного масла (далее – М). В качестве исходной почвы была использована дерновая заболоченная глееватая почва связнопесчаного гранулометрического состава. Для каждого варианта, представленного в опыте, было использовано 100 г воздушно-сухой почвы.

Определение целлюлозолитической способности почв проводили аппликационным методом в лабораторных условиях. Для проведения лабораторного опыта использовали пластиковые емкости (кюветы) размером 22 × 15 × 5 см. На дно кювет помещали предварительно взвешенные льняные пластинки (5 × 10 см), поверх которых помещали подготовленный в соответствии со схемой почвенный образец таким образом, чтобы почва полностью закрывала льняную пластинку. Почвенный образец предварительно тщательно перемешивали с загрязнителем для достижения загрязнения 2,5 % и 5,0 % по массе. К почвенным образцам в кюветы приливали раствор гуминового препарата в трех различных концентрациях – 0,5, 1,0 и 1,5 от дозы, указанной в инструкции, или отстоявшуюся водопроводную воду. Общий объем жидкости составил 50 мл.

Подготовленные кюветы помещали в термостат ХТ-3/70 при температуре 25 °С. Экспозиция составила 30 дней. По окончании экспозиции льняные пластинки извлекались и тщательно очищались от почвенных частиц. Интенсивность разложения целлюлозы оценивали по убыли в массе льняных пластинок.

Результаты и их обсуждение. Загрязнение почвы бензином оказало выраженный токсический эффект на пул почвенных микроорганизмов, что выразилось в значительном угнетении способности почвы к разложению целлюлозы. Повышение концентрации бензина в почве усиливало токсический эффект. Так, снижение массы льняной пластинки за время экспозиции составило всего $16,03 \pm 1,5 \%$ и $1,81 \pm 0,45 \%$ для вариантов $B_{2,5}$ и $B_{5,0}$ соответственно.

Использование гуминового препарата в варианте с более низкой концентрацией бензина в почве ($B_{2,5}$) способствовало заметной реабилитации загрязненной почвы вне зависимости от дозы препарата. Также следует отметить, что увеличение дозы «Оксидата торфа» сопровождалось возрастанием активности целлюлозолитического почвенного комплекса. Если в варианте $B_{2,5}OT_{0,5}$ прирост относительно значений в $B_{2,5}$ составил 22,4 %, то под влиянием наиболее высокой дозы препарата $B_{2,5}OT_{1,5}$ прирост показателя превышал 50 % (рисунок 1). Тем не менее лишь повышение на 41,7 % в варианте $B_{2,5}OT_{1,0}$ подтверждается статистически.

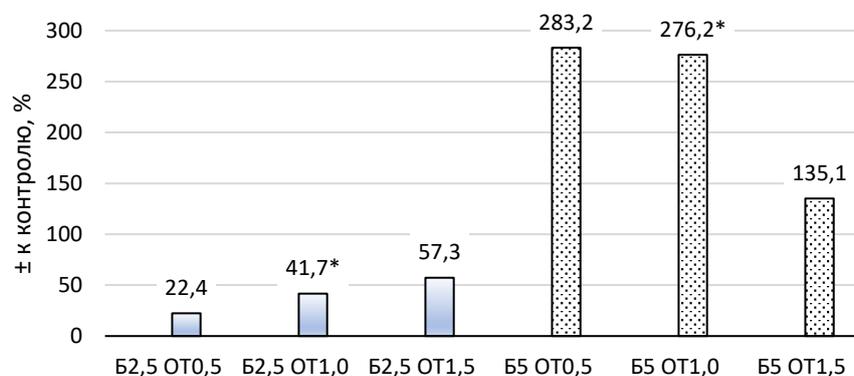


Рисунок 1 – Влияние гуминового препарата на целлюлозолитическую способность почвы, загрязненной бензином

Эффективность гуминового препарата значительно возросла в условиях более сильного загрязнения. Так, уже минимальная доза OT способствовала повышению целлюлозолитической активности на 283,2 % относительно варианта $B_{5,0}$. Однако здесь все же следует принимать во внимание крайне низкие значения, полученные в варианте без биологически активных веществ (B_5). При повышении дозы гуминового препарата

скорость разложения льняной пластинки снижалась. Тем не менее статистически достоверным было повышение целлюлозолитической активности лишь в варианте Б₅ОТ_{1,0} (рисунок 1).

Исследование токсичности отработанного моторного масла на показатель интенсивности разложения целлюлозы показало неоднозначные результаты. Так, если при концентрации токсиканта в почве 2,5 % выявлено угнетение целлюлозолитической активности на 10,8 %, то увеличение концентрации масла приводило к активизации процесса разложения органики на 36,3 %. Увеличение дозы гуминового препарата в варианте М_{2,5}, так же как и в варианте с бензином, положительно коррелировало с целлюлозолитической активностью почвы. При этом положительный эффект от применения гуминового препарата был подтвержден статистически в двух вариантах (рисунок 2).

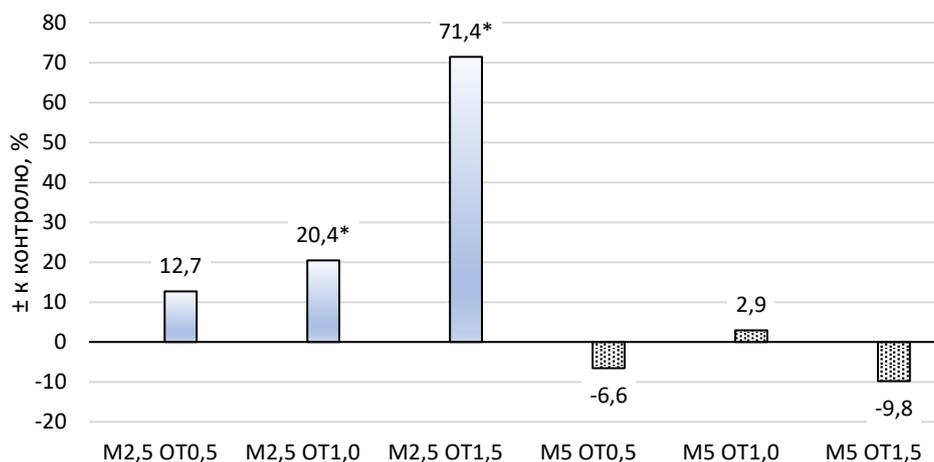


Рисунок 2 – Влияние гуминового препарата на целлюлозолитическую способность почвы, загрязненной отработкой моторного масла

Использование гуминового препарата при загрязнении почвы моторным маслом существенных изменений в активности целлюлозолитического комплекса почвы не выявило. Результаты были несколько противоречивы и статистически не подтверждались (рисунок 2).

Выводы. Использование гуминового препарата «Оксидат торфа» в условиях углеводородного загрязнения почвы способствует ее реабилитации. Достоверное повышение работы целлюлозолитического почвенного комплекса выявлено при применении гуминового препарата в дозе 100 мл на 10 л воды (1,0) во всех вариантах загрязнения, кроме М₅.

[К содержанию](#)

УДК 372.8

М. А. ЖУКОВИЧ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

РОЛЬ ХИМИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА В ФОРМИРОВАНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ГРАМОТНОСТИ У УЧАЩИХСЯ ОБЩЕГО СРЕДНЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Актуальность. Глобальные изменения затрагивают все сферы жизни человека. В первую очередь данные изменения проявляются в сфере науки и образования. Перед школой и учреждениями образования стоит основная задача – воспитание учащихся, личностей, которые проявляют интерес к научной деятельности.

Современный выпускник учреждений среднего образования должен уметь использовать свои знания, умения и навыки, полученные за время обучения, в жизненных ситуациях, решать практические проблемы, т. е. быть функционально грамотным.

Формирование функциональной грамотности у учащихся – задача школы, учителей. Для выполнения этой задачи учителя должны проявлять креативность, применять на уроках и во внеурочное время инновационные методы обучения [1].

Целью исследования является методический аспект формирования функциональной грамотности учащихся при анализе полученных данных по изучению жесткости питьевой воды через проведение научно-исследовательской работы.

Материалы и методы. Анализ научно-методической литературы, сравнение материалов исследования.

Результаты исследований. Основная цель обучения химии – формирование системы химических знаний и опыта их применения, обеспечивающих понимание естественно-научной картины мира, активную адаптацию в социуме и безопасное поведение, готовность к продолжению образования на последующих уровнях и ступенях профессионального образования [2].

В ходе обучения учащиеся изучают различные блоки учебного предмета «Химия», а именно неорганическую и органическую химию. При этом на уроках и внеклассных занятиях происходит повторение изученного материала, закрепление нового материала, что способствует формированию функциональной грамотности учащихся.

Функциональная грамотность учащихся по химии – это эффективный способ для развития у учащихся навыков, которые будут позволять им

применять свои знания в повседневной жизни. Научно-исследовательская работа формирует критическое мышление учащихся, учит анализировать данные, работать с дополнительной информацией, решать задачи практического типа.

Формирование функциональной грамотности учащихся происходит как на учебных занятиях, так и во время внеклассной работы: индивидуальной, групповой, массовой. Среди форм проведения внеклассной работы по химии выделяют научно-исследовательскую работу.

Функциональная грамотность может выходить за рамки запоминания формул и химических реакций, внимание учащихся акцентируется на понимании химических процессов, их роли в природе, промышленных технологиях. В условиях постоянного научно-технического прогресса традиционные методы обучения являются недостаточными для подготовки учащихся к профессиональной деятельности.

Функционально грамотный учащийся не только должен иметь определенный объем знаний, который постоянно увеличивается, но также применять знания на практике, в различных сферах деятельности, в общении. Функциональная грамотность в рамках научно-исследовательской работы проявляется в готовности учащихся работать с информацией, добывать знания и использовать их, заниматься самооценкой своей деятельности.

В ходе проведения научно-исследовательской работы учащиеся приобретают функциональные навыки исследования – универсального способа определения действительности, происходит формирование исследовательского типа мышления, активизация учебного и личностного интереса учащихся в процессе обучения химии [3].

Научно-исследовательская работа учащихся по изучению жесткости питьевой воды – эффективный метод формирования функциональной грамотности учащихся по химии, так как изучение данной темы начинается в 8 классе. Тема «Жесткость питьевой воды» является межпредметной: она объединяет в себе химию (ионы Ca^{2+} и Mg^{2+}), экологию (влияние на технику, приборы и здоровье населения) и качество жизни.

Детальное рассмотрение темы «Жесткость питьевой воды» и формирование при этом функциональной грамотности учащихся возможны с помощью следующих рекомендаций: использование модуля «Исследование жесткости питьевой воды», применение опорных конспектов по теме «Жесткость питьевой воды и способы ее понижения», решение задач по химико-биологическому профилю, рассмотрение проблемных ситуаций по исследуемой теме.

Формирование функциональной грамотности через научно-исследовательскую работу учащихся – результат ежедневной работы учащихся, ее качества. Функциональная грамотность формируется не только через

учебные, стандартные тексты, но и через использование на занятиях проблемных ситуаций, в которых учащиеся применяют знания, полученные на смежных темах по предметам естественно-научного профиля.

Заключение. Формирование функциональной грамотности по учебному предмету «Химия» распространяется на знание законов и теорий, владение ими на уровне понимания и применения в повседневной жизни. Функциональная грамотность – результат заинтересованности учащихся в учебном предмете и последующей профессиональной деятельности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Функциональная грамотность. – URL: <http://sch73.minsk.edu.by/ru/main.aspx?guid=183511> (дата обращения: 10.03.2025).

2. Методика обучения биологии и химии: общие вопросы для специальности I ступени высшего образования 1-02 04 01 Биология и химия : учеб.-метод. комплекс / сост.: В. Н. Нарушевич, Е. Я. Аршанский. – Витебск : ВГУ им. П. М. Машерова, 2021. – 143 с.

3. Леонтович, А. В. Исследовательская и проектная работа школьников. 5–11 классы / А. В. Леонтович, А. С. Саввичев ; под ред. А. В. Леонтовича. – М. : ВАКО, 2018. – 160 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

АНАЛИЗ ЗАРАЖЕННОСТИ ПАРАЗИТОИДАМИ ПРЕИМАГИНАЛЬНЫХ СТАДИЙ ИНВАЗИВНОЙ АЗИАТСКОЙ КОРОВКИ (*HARMONIA AXURIDIS* (PALLAS, 1773) (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) В ПОПУЛЯЦИЯХ ИЗ ГОРОДА МИНСКА

Актуальность. Чужеродные виды в настоящее время представляют собой одну из основных угроз для биоразнообразия во всем мире. Ярким примером таких инвазивных видов является азиатская коровка *Harmonia axyridis*, которая, распространившись по территории практически всех континентов, оказывает значительное негативное влияние на местные популяции божьих коровок [1; 2]. Успешная колонизация новых местообитаний и доминирование в сообществах кокциnellид связаны с большой

плодовитостью этого вида, высокой конкурентной способностью, быстрой адаптацией к различным условиям среды, широким спектром полиморфизма. В связи с этим актуальным становится изучение естественных врагов *H. axyridis* и поиск механизмов регулирования численности ее инвазивных популяций. Среди паразитов куколок и имаго азиатской коровки можно выделить представителей отряда Перепончатокрылые (Hymenoptera), таких как *Dinocampus coccinellae* (Braconidae), осы рода *Homalotylus* spp. (Encyrtidae) и осы из подсемейства Tetrastichinae (Eulophidae) [3–5]. Из представителей отряда Двукрылые (Diptera) развитие в куколках азиатской коровки осуществляют личинки мух-горбатов рода *Phalacrotophora* (Phoridae), а на имаго – личинки тахин *Medina* spp. (Tachinidae) [4].

Цель данной работы заключалась в выявлении паразитоидов и анализе уровня зараженности преимагинальных стадий в популяциях *H. axyridis*, обитающих в декоративных кустарниковых насаждениях г. Минска.

Материал и методы. В качестве материала для проведения исследования были использованы предкуколки и куколки азиатской коровки, собранные с кизила (свидины) кроваво-красного (*Cornus sanguinea* L., 1753) на следующих участках г. Минска: 1 – ул. Курчатова, д. 10, сбор 06.09.2024; 2 – ул. Н. Орды, д. 11 (21.09.2024), 3 – ул. Лещинского, д. 31/3 (30.09.2024); 4 – ул. Жиновича, д. 25 (06.10.2024); 5 – ул. Курчатова, д. 8 (09.10.2024). Листья с куколками и предкуколками помещались индивидуально в боксы и содержались при комнатной температуре до отрождения имаго или появления паразитоидов. Погибших куколок, из которых не произошел выход жуков или паразитоидов, осматривали под биноклярным микроскопом Zeiss Stemi 2000 и вскрывали для установления причины гибели.

Результаты и их обсуждение. В результате проведенного анализа паразитирование в личинках старших возрастов и куколках *H. axyridis* личинок двукрылых и перепончатокрылых не установлено, что отражено в таблице.

Согласно опубликованным данным, в осенних выборках за 2022 и 2023 гг. в популяции *H. axyridis* из окрестностей ул. Курчатова паразитоиды также не были обнаружены, а среди куколок, собранных в июле 2023 г., лишь одна была поражена личинками *Phalacrotophora* spp. [6]. Уровень зараженности форидами куколок азиатской коровки в выборках из окрестностей ул. Лещинского и Жиновича в октябре 2023 г. составлял 2,38 и 2 % соответственно (неопубликованные данные О. Ю. Кругловой). Следовательно, зараженность куколок имеет нестабильный характер и может варьировать как в течение сезона, так и в разные годы.

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

Локалитет	Объем выборки, экз.	Количество экз. / % отродившихся имаго	Количество экз. / % предкуколок и куколок, зараженных паразитоидами	Количество экз. / % куколок, погибших по неизвестным причинам
ул. Курчатова, д. 10 (06.09.2024)	61	59 / 96,72	0	2 / 3,28
ул. Н. Орды, д. 11 (21.09.2024)	78	76 / 97,44	0	2 / 2,56
ул. Лещинского, д. 31/3 (30.09.2024)	38	36 / 94,74	0	2 / 5,26
ул. Жиновича, д. 25 (06.10.2024)	74	69 / 93,24	0	5 / 6,76
ул. Курчатова, д. 8 (09.10.2024)	42	39 / 92,86	0	3 / 7,14

В анализируемых нами выборках доля куколок, погибших по невыясненным причинам, была относительно невысокой и колебалась от 2,56 до 7,14 % (таблица). Известно, что одним из факторов, определяющих смертность куколок коровок, может быть хищничество (Devee et al., 2018 [Цит. по: 5]). При отборе проб затруднительно обнаружить на их покровах повреждения, сделанные сосущими хищниками, в частности хищными клопами, что увеличивает процент погибших куколок. Кроме того, поскольку сбор материала производился в осеннее время, гибель преимагинальных стадий могла быть обусловлена неблагоприятными погодными условиями – низкой температурой и осадками, не позволившими завершить развитие.

Заключение. Таким образом, в результате проведенных осенью 2024 г. исследований в популяциях *H. axyridis*, населяющих декоративные кустарниковые насаждения г. Минска, не было установлено паразитирования на куколках и имаго личинок представителей отрядов *Hymenoptera* и *Diptera*. Однако, поскольку уровень зараженности паразитоидами может варьировать как в течение сезона, так и по годам, требуется дальнейший мониторинг, который позволит проследить его динамику в модельных популяциях азиатской коровки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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.

2. Invasive intraguild predators: Evidence of their effects, not assumptions / P. M. J. Brown, T. Zaviezo, A. Grez [et al.] // Ecological Entomology. – 2022. – Vol. 47, iss. 3. – P. 249–252.

3. Predators and parasitoids of the harlequin ladybird, *Harmonia axyridis*, in its native range and invaded areas. / P. Ceryngier, O. Nedvěd, A. A. Grez [et al.] // Biological Invasions. – 2018. – Vol. 20. – P. 1009–1031.

4. Francati, S. Native preimaginal parasitism of *Harmonia axyridis*: new record of association with *Phalacrotophora fasciata* in Italy / S. Francati // Bulletin of Insectology. – 2015. – № 68 (1). – P. 3–6.

5. Honek, A. Different parasitization parameters of pupae of native (*Coccinella septempunctata*) and invasive (*Harmonia axyridis*) coccinellid species / A. Honek, Z. Martinkova, P. Ceryngier // Bulletin of Insectology. – 2019. – № 72 (1). – P. 77–83.

6. Круглова, О. Ю. Инвазивный вид кокцинеллид, *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) (Coleoptera: Coccinellidae), на охраняемых территориях Беларуси: влияние паразитоидов на популяции / О. Ю. Круглова, Е. А. Исаева // Особо охраняемые природные территории Беларуси. Исследования. – Минск : Белорус. Дом печати, 2023. – Вып. 18. – С. 101–109.

[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

ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГО СОВМЕСТИМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ СМОРОДИНЫ НА СОДЕРЖАНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ПЛОДАХ

Актуальность. Активное применение минеральных удобрений и пестицидов химической природы привело к ухудшению состояния земель и к эрозии почвы, вследствие чего наблюдается распространение болезней сельскохозяйственных культур и ухудшение качества их продукции [1]. Кроме того, наблюдается не только загрязнение почв, водоемов остатками химикатов, но и повышение их содержания в сельскохозяйственной продукции, что, в свою очередь, негативно влияет на здоровье человека. Среди пестицидов более токсичными являются инсектициды [2]. В связи с этим на сегодняшний день одним из основных направлений деятельности

сельского хозяйства является решение проблемы безопасности продуктов питания, а также сохранение биоразнообразия природных экосистем. На решение этих задач направлена деятельность в области органического земледелия. Основной ориентацией органического земледелия является построение партнерских отношений между природой и человеком, когда вместо химических средств защиты растений используют природные аналоги [3]. Таким образом, органическое сельское хозяйство придерживается принципа здоровья, принципа экологии, принципа справедливости и принципа заботы [1].

Переход на органическое земледелие является мировой тенденцией. В Республике Беларусь, как и в некоторых других странах (Австралия, Япония, США), реализация принципов органического земледелия проводится на государственном уровне [1]. С 2019 г. В Беларуси действует закон «О производстве и обращении органической продукции», и в настоящее время производством органической продукции в стране занимается порядка 27 субъектов хозяйствования. Разработаны некоторые принципы ведения органического сельского хозяйства, в особенности овощных культур, при этом недостаточно внимания уделяется плодово-ягодным.

Одним из свойств, определяющих качество плодово-ягодной продукции, является ее биохимический состав, а именно фенольный состав, так как именно фенольные соединения (далее – ФС) обладают лечебно-профилактическим действием. Содержание биологически активных веществ определяется как генетическими особенностями растений, так и экологическими факторами, в том числе особенностями культивирования.

Цель – оценка динамики общего содержания ФС (в том числе антоцианов) в плодах смородины черной (*Ribes nigrum* L.) сорта Памяти Вавилова в условиях перехода к органическому выращиванию при разных стратегиях обработки.

Материалы и методы. В качестве препаратов, соответствующих принципам органического земледелия, были выбраны препараты «Энтолек», «Профит», «Битоксибациллин» – биологически чистые препараты бактериального происхождения. В качестве контрольного образца использовали растения без обработок (таблица).

Таблица – Краткая характеристика биопрепаратов

№ п/п	Название	Производитель	Состав
1	Битоксибациллин	Сиббиофарм, РФ	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>thuringiensis</i>
2	Профит (М+Б)	ООО «Профит-Гарден», РБ	<i>Metarhizium</i> , <i>Beauveria</i>
3	Энтолек	РУПП «Защита растений», РБ	<i>Lecanicillium lecanii</i>

Плоды смородины заготавливали в стадии потребительской зрелости, порции по 100 г лиофилизировали, перемалывали, получали спиртовую вытяжку. Содержание ФС определяли спектрофотометрическими методами, описанными нами ранее [4]. Все опыты выполнены в трехкратной повторности. Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием программы R software.

Результаты исследований. Общее содержание ФС в 100 г сырых плодов смородины контрольных растений составило $404,55 \pm 34,48$ в пересчете на миллиграмм галловой кислоты, антоцианов – $63,40 \pm 10,25$ мг цианидин 3-*O*-рутинозида. Обработка растений препаратами оказала неоднозначное воздействие на ФС плодов (рисунок). Обработка битоксибациллином снизила содержание общих ФС на 43,78%. Профит оказал гораздо более мягкое воздействие: показатель снизился на 13,26 %. Энтолек оказал незначительное воздействие.

На содержание антоцианов обработки оказали, наоборот, положительное воздействие. Битоксибациллин увеличил показатель на 46,57 %, профит на 24,71 %, обработка энтолеком также оказала незначительное воздействие на содержание антоцианов.

Заключение. Таким образом, в ходе исследования было выявлено, что обработка препаратами привела к снижению общих фенольных соединений, но одновременно с этим к повышению содержания в плодах антоцианов. Наиболее сильное воздействие на оба параметра в обе стороны оказывает препарат «Битоксибациллин», менее значимое воздействие оказывает препарат «Профит», и практически не оказал воздействия препарата «Энтолек».

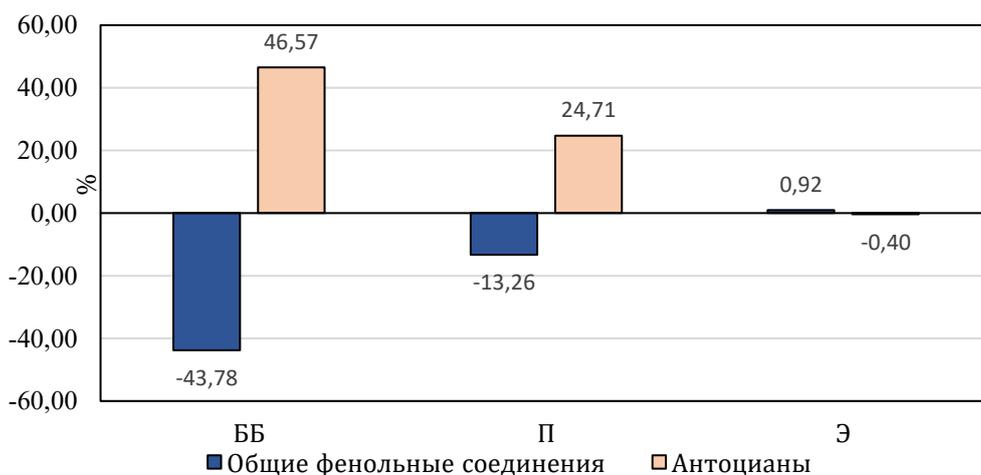


Рисунок – Влияние обработок органических препаратов на содержание общих фенольных соединений и антоцианов, отношение к контролю (ББ – битоксибациллин, П – профит, Э – энтолек)

Исследование выполнено в рамках проекта БРФФИ-БРЕСТ № X24Б-005 «Комплексное исследование садовых агроэкосистем Брестского региона с целью повышения качества и экологичности продукции при переходе к органическому земледелию».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кочурко, В. И. Основы органического земледелия : практ. пособие / В. И. Кочурко, Е. Э. Абарова, В. Н. Зуев. – Минск : Донарит, 2013. – 176 с.
2. Обзор международного опыта государственной поддержки развития органического сельского хозяйства. – URL: [https://eec.eaeunion.org/comission/department/dep_agroprom/sensitive_products/Международный%20опыт%20государственной%20поддержки%20развития%20органического%20сельского%20хозяйства%20\(2022\).pdf/](https://eec.eaeunion.org/comission/department/dep_agroprom/sensitive_products/Международный%20опыт%20государственной%20поддержки%20развития%20органического%20сельского%20хозяйства%20(2022).pdf/) (дата обращения: 07.03.2025).
3. Органическое земледелие с нуля. – URL: <https://soz.bio/osnovy-organicheskogo-zemledeliya/> (дата обращения: 07.07.2024).
4. Оценка биохимических и дегустационных параметров плодов *Prunus cerasus* L. / Н. Ю. Колбас, А. П. Колбас, А. С. Домась, Д. Првулович // Журнал Белорусского государственного университета. Биология. – 2020. – Вып. 2. – С. 49–57.

[К содержанию](#)

УДК 597.4/.5

К. І. КАСПЯРЧУК

Брэст, БрДУ імя А. С. Пушкіна

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

ВІДАВЫ СКЛАД І РАЗМЕРКАВАННЕ ПРАДСТАЎНІКОЎ КЛАСА АСТІНОПТЕРЫГІІ Ў ВАДАЁМАХ НАВАКОЛЛЯ АГ. МАРАВІЛЬ БЯРОЗАЎСКАГА РАЁНА

Актуальнасць. Клас рыб на пэўным этапе эвалюцыі жывёльнага свету стаў пануючым. Пазваночныя вырваліся з залежнасці ад воднага асяроддзя як асяроддзя пражывання. Цяпер рыбы з’яўляюцца найбольш шматлікай групай пазваночных жывёл, якая налічвае больш за 35 тыс. відаў. Гэта спрыяла вылучэнню з заалогіі асобнай часткі іхтыялогіі – навукі аб рыбах (ад грэч. *ἰχθύς* ‘рыба’, *λόγος* ‘паняцце, вучэнне’) [1]. Беларусь з’яўляецца краем азёр і рэк. Акрамя іх, ёсць мноства вялікіх і маленькіх штучных вадаёмаў: вадасховішчаў, сажалак, каналаў, залітых вадой пясчаных і тарфяных кар’ераў. І практычна ўсіх іх насяляюць рыбы, якія

з'яўляюцца адным з найважнейшых кампанентаў водных біяцэнозаў, як правіла знаходзячыся на вяршыні харчовага ланцуга. Паводле даных спецыялістаў Навукова-практычнага цэнтра НАН Беларусі па біярэсурсах, сёння ў Беларусі налічваецца 65 відаў рыб, больш за 47 з іх з'яўляюцца абарыгеннымі. На цяперашні час на тэрыторыі сумежных краін (Польшча, Літва, Расія, Украіна) адзначаны шэраг відаў рыб, якія ў сілу сваіх біялагічных асаблівасцей здольны значна пашыраць свой арэал, у сувязі з чым магчыма іх пранікненне ў вадаёмы Беларусі. Дзевяць відаў занесены ў Чырвоную кнігу Рэспублікі Беларусь ці з'яўляюцца кандыдатамі на ўключэнне ў пятае выданне. Гэта сцерлядзь, атлантычны ласось, кумжа, ручаёвая фарэль, еўрапейскі харыус, еўрапейская карушка, гальян азёрны, звычайны вусач, рыбец. Для людзей гэта не толькі каштоўны харчовы кампанент. Рыбы маюць вялікае рэкрэацыйнае значэнне: з імі звязаны розныя віды адпачынку, турызму, спорту. Вывучэнне разнастайнасці і размеркавання рыб дапамагае ажыццяўляць наступны адлоў без шкоды для іхтыяфаўны пэўных вадаёмаў [2, 4].

Мэта работы – вывучэнне відавога складу і распаўсюджвання прадстаўнікоў рыб класа *Actinopterygii* ў вадаёмах наваколля аг. Маравіль Бярозаўскага раёна. Зыходзячы з пастаўленай мэты, пастаўлены наступныя задачы: 1) выявіць відавы склад, таксанамічную структуру рыб класа *Actinopterygii* ў вадаёмах выдзеленай зоны; 2) зрабіць колькасны ўлік прадстаўнікоў; 3) усталяваць дамінантныя, субдамінантныя і рэцэдэнтныя віды рыб класа *Actinopterygii* на даследаванай тэрыторыі.

Матэрыялы і метады. Улік колькасці прадстаўнікоў іхтыяфаўны ажыццяўляўся шляхам адлову снасцямі аматарскай лоўлі. У якасці прылады лоўлі выкарыстоўваліся паплаўковая снасць (вуда), донная снасць (фідар), для лоўлі драпежнай рыбы ўжываўся спінінг. Лоўля рыбы ажыццяўлялася пераважна ў ранішнія і вячэрнія гадзіны падчас актыўнага клёву. Для зручнасці лоўля рыбы адбывалася з лодкі, што давала нам перавагу перамяшчэння і манеўру па вадаёме, а таксама актыўнага пошуку месцаў навалы рыбы [3]. Таксама ўлічваліся асобіны, здабытыя іншымі аматарамі рыбнай лоўлі. Відавы склад здабытых асобін параўноўвалі з літаратурнымі крыніцамі [4], [5].

Характарыстыка месцаў адлову:

1) канал Вінец, які ўваходзіць у сістэму каналаў р. Ясельды. Вінец – магістральны меліярацыйны канал у Пружанскім і Бярозаўскім раёнах Брэсцкай вобласці, правы прыток р. Ясельды. Дзейнічае з 1905 г. Даўжыня канала складае 52 км.

2) вадасховішча Сялец, праз якое праходзяць прытокі р. Ясельды. Ясельда – рака ў Беларусі, левы прыток Прыпяці, працякае па тэрыторыі Пружанскага, Бярозаўскага, Драгічынскага, Іванаўскага і Пінскага раёнаў Брэсцкай вобласці. Даўжыня 250 км.

Вынікі даследавання. Відавы склад і месцы рассялення класа *Actinopterygii* ў вадаёмах акругі аг. Маравіль прадстаўлены ў табліцы.

Табліца – Відавы склад і месцы рассялення класа *Actinopterygii*

Месца	Відавы склад прадстаўнікоў класа <i>Actinopterygii</i>	
	Сямейства	Від
Канал Вінец	<i>Esocidae</i> (Шчупаковыя)	<i>Esox lucius</i> L. (шчупак звычайны)
	<i>Percidae</i> (Акунёвыя)	<i>Sander lucioperca</i> L. (судак)
	<i>Cyprinidae</i> (Карпавыя)	<i>Scardinius erythrophthalmus</i> L. (краснапёрка)
		<i>Rutilus rutilus</i> L. (плотка звычайная)
	<i>Abramis brama</i> L. (лешч)	
Вадасховішча Сялец	<i>Esocidae</i> (Шчупаковыя)	<i>Esox lucius</i> L. (шчупак звычайны)
	<i>Percidae</i> (Акунёвыя)	<i>Sander lucioperca</i> L. (судак)
		<i>Perca fluviatilis</i> L. (акунь звычайны)
	<i>Cyprinidae</i> (Карпавыя)	<i>Abramis brama</i> L. (лешч)
	<i>Siluridae</i> (Сомавыя)	<i>Silurus glanis</i> L. (сом звычайны)

У даследаванай зоне за першы год даследавання намі было выяўлена 7 відаў, якія належаць 4 сямействам. Асабіста мною было злоўлена 32 асобіны: 2 лешчы, 18 шчупакоў, 3 судакі, 4 самы, 4 краснапёркі, 1 акунь. Таксама была аказана дапамога з боку іншых рыбакоў-аматараў, якія займаліся рыбалоўствам на дадзеных вадаёмах: 31 шчупак, 5 акунёў, 7 лешчоў, 6 судакоў, 2 плоткі, 5 краснапёрак, 2 самы (58 прадстаўнікоў).

Вывады. Такім чынам, у даследаваных вадаёмах наваколля аг. Маравіль Бярозаўскага раёна намі было знойдзена 7 відаў прадстаўнікоў класа *Actinopterygii*, якія належаць 4 сямействам. Пераважнымі (дамінантнымі) відамі ў даследаваных вадаёмах з’яўляюцца шчупак і судак. Субдамінантны від – лешч. Астатнія віды ў большай ці меншай ступені рэцэдэнты. На дадзены момант абследаваныя намі біятопы характарызуюцца невысокай відавой разнастайнасцю. Даследаванне будзе працягвацца з мэтай вывучэння як узросту і масы рыб, так і асаблівасцяў іх харчавання, а таксама дынамікі змены біятопаў.

СПІС ВЫКАРЫСТАНАЙ ЛІТАРАТУРЫ

1. Иванов, А. А. Физиология рыб : учеб. пособие для СПО / А. А. Иванов. – СПб. : Лань, 2023. – 284 с.

2. Костоусов, В. Г. Ихтиология : пособие / В. Г. Костоусов. – Минск : БГУ, 2018. – 183 с.

3. Видовая структура сообществ рыб различных водоемов // Библиофонд. – URL: <https://www.biblio-fond.ru/view.aspx?id=896864#text> (дата обращения: 13.03.2025).

4. Назаров, Н. Г. Ихтиология и рыбное хозяйство : учеб. пособие / Н. Г. Назаров, Р. И. Замалетдинов. – Казань : Изд-во Казан. ун-та, 2023. – 150 с.

5. Каталог рыб // РУП «Ин-т рыб. хоз-ва». – URL: <https://belniirh.by/katalog-ryb> (дата обращения: 13.03.2025).

[К содержанию](#)

УДК 373.51

П. Р. КАШЛЕЙ

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

Научный руководитель – Я. В. Комаровская, старший преподаватель, магистр биол. наук

СОЗДАНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО РЕСУРСА ПО ЭКОЛОГИИ ДЛЯ УЧАЩИХСЯ 8 КЛАССОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Актуальность. В наше время существует острая необходимость модернизации экологического образования школьников с использованием современных информационных технологий. В условиях глобальных экологических проблем важно повышать осведомленность учащихся и формировать их ответственное отношение к окружающей среде.

Цель – разработка электронного образовательного ресурса по экологии для учащихся 8-х классов с использованием современных информационных технологий.

Материалы и методы. Решение глобальных экологических проблем всегда начинается на локальном уровне, и определяющая роль в этом процессе принадлежит образованию. Поэтому на данном этапе становится чрезвычайно актуальным совершенствование содержания учебных программ и модификация соответствующих учебно-методических пособий с учетом эколого-нравственных вопросов и информационного развития общества [1].

В настоящее время необходимо внедрение информационных технологий для успешного усвоения материала во время обучения. Качественным решением данной проблемы становится создание электронных ресурсов.

Электронный ресурс позволяет гармонично объединить лекцию с демонстрацией учебного материала, аккумулирует в себе все основные дидактические, методические, научные и информационно-справочные материалы, необходимые как преподавателям для подготовки и проведения всех видов и форм занятий, так и учащимся для самостоятельного изучения учебных тем или подготовки к занятиям.

Современные методики создания таких пособий хорошо изучены, а их структура включает следующие основные блоки:

- блок учебного материала (теоретические сведения, основные понятия, примеры);
- блок внутреннего контроля (вопросы, упражнения, тесты для самопроверки);
- блок самообразования (дополнительные материалы, ссылки на научные источники, расширенные темы);
- блок внешнего контроля (практические задания, лабораторные работы, итоговое тестирование).

Эти элементы взаимосвязаны: учебное пособие разбито на модули и разделы, каждый из которых включает обязательную теоретическую часть и блок самоконтроля. Благодаря такой структуре ресурс может применяться как в традиционном обучении, так и при организации самостоятельной работы учащихся, обеспечивая логичную последовательность изучения тем и их взаимосвязь.

При разработке электронного учебного пособия по экологии необходимо учитывать ряд дидактических принципов: научность изложения, учет межпредметных связей, системность, доступность, наглядность.

Примеры заданий и теоретического материала из разрабатываемого нами ресурса представлены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Пример материала электронного ресурса

Результаты исследований. В ходе апробации электронного ресурса по экологии для учащихся 8-х классов был проведен урок с его активным использованием.

Для оценки эффективности цифрового подхода мы организовали сравнительное тестирование учащихся: одна группа изучала материал с помощью традиционных методов, включая учебник, лекцию, обсуждение (группа 1), а другая использовала интерактивные элементы электронного ресурса, включая мультимедийные материалы, анимации и тесты с мгновенной обратной связью (группа 2). Такой подход позволил более наглядно представить ключевые экологические процессы и явления, что положительно сказалось на восприятии информации.

Результаты тестирования (рисунок 2) показали, что учащиеся, работавшие с электронным ресурсом, продемонстрировали более высокий уровень усвоения материала. Средний балл в этой группе был на 32 % выше, чем у контрольной группы. Кроме того, наблюдалась более высокая вовлеченность в процесс обучения: школьники проявляли интерес к дополнительным заданиям, активнее участвовали в обсуждениях и показывали лучшее понимание ключевых экологических проблем. Использование интерактивных элементов способствовало повышению мотивации учащихся, сделав процесс обучения более доступным и понятным.

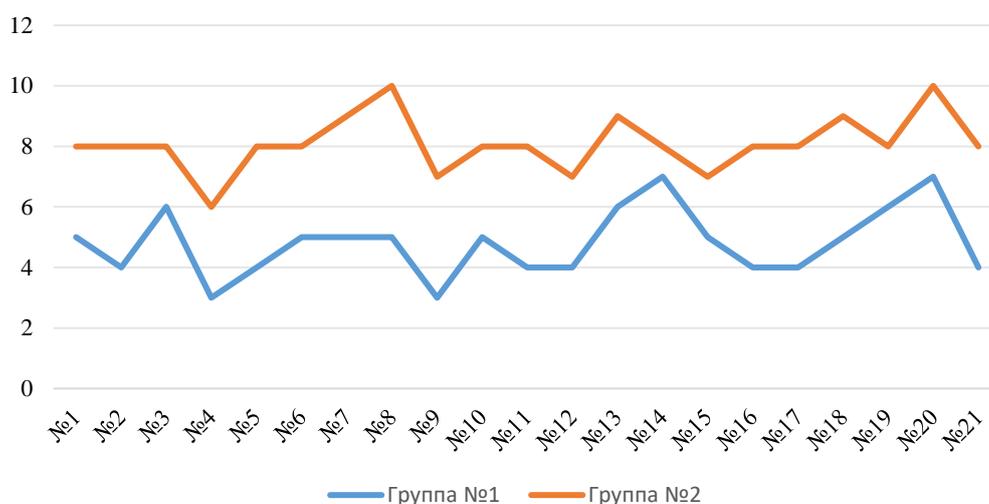


Рисунок 2 – Результаты тестирования учащихся

Заключение. Использование новых педагогических и информационных технологий в профессиональной подготовке специалистов значительно индивидуализирует учебный процесс, увеличивает скорость и качество усвоения учебного материала, позволяет существенно усилить не только теоретические знания, но и практическую направленность, развить творческие способности студентов, а также научить их самостоятельно мыслить и активно работать с учебным материалом [3].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Муртазов, А. К. Физические основы экологии околоземного пространства : учеб. пособие / А. К. Муртазов ; Рязан. гос. ун-т им. С. А. Есенина. – Рязань : Рязан. гос. ун-т им. С. А. Есенина, 2008. – 272 с.
2. Шлыкова, О. В. Культура мультимедиа / О. В. Шлыкова ; Моск. гос. ун-т культуры и искусства. – М. : ФАИР-ПРЕСС, 2004. – 416 с.
3. 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 XI Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию Оренбург. обл., Оренбург, 1 янв. – 31 дек. 2004 г – Оренбург : ИПК ОГУ, 2014. – С. 210–216.

[К содержанию](#)

УДК 58.02

А. С. КЕЛЬНИК

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

Научный руководитель – А. А. Сакович, канд. биол. наук, доцент

**ЭПИФИТНЫЙ БРИОКОМПОНЕНТ *CARPINUS BETULUS* L.
В ЛЕСОПАРКЕ «РУМЛЁВО»**

Актуальность. Лесопарки являются ключевыми компонентами в построении зеленого каркаса города. Они создаются с целью сохранения лесной среды и природных ландшафтов, а также предназначены для отдыха в условиях свободного режима использования. Лесопарки служат важными экосистемами, которые играют значительную роль в поддержании биоразнообразия. Оказывают благоприятное влияние на микроклимат, очищая атмосферу от дыма, газа и пыли [1].

Лесопарк «Румлёво» считается культурно-историческим, охраняемым государством природным объектом. Для данного лесопарка характерны выразительный ландшафт и уникальная флора. Находится на территории Принеманского жилого района в юго-восточной левобережной части г. Гродно и входит в городскую черту. С 2019 г. имеет статус ботанического памятника природы местного значения и важной составляющей экологического каркаса г. Гродно. Таким образом, богатое историческое наследие лесопарка «Румлёво» предоставляет множество возможностей для детального изучения его биоразнообразия.

Цель – выявление таксономической структуры и особенностей распределения встречаемости мохообразных-эпифитов *Carpinus betulus* L. в пределах лесопарка «Румлёво».

Материалы и методы. Бриофлористические исследования эпифитного бриокомпонента проводили в полевой сезон 2024 г. маршрутным и детально-маршрутным методами в исторической части лесопарка «Румлёво». Всего заложено пять пробных площадей 10 × 20 м. В каждой пробной площади отмечали 10 модельных деревьев. Эпифитный моховой покров исследовали методом учетных площадок. Учетная площадка составляла 1 дм², или 10 × 10 см. Всего исследовано 46 единиц *C. betulus*. Учетные площадки закладывали в трех высотных группах. Первая высотная группа составила 10 см от земли, вторая – от 10 до 70 см, третья – выше 70 см. В общей сложности было заложено 533 учетных площадки. Камеральную обработку бриологического материала проводили с использованием метода микроскопирования, определения и последующей инсерации сборов. Таксономическая принадлежность видов оформлена согласно монографиям в двух томах Г. Ф. Рыковского, О. М. Масловского «Флора Беларуси» [2], а также М. С. Игнатова, Е. А. Игнатовой «Флора мхов средней части Европейской России» [3]. Анализ встречаемости видов по [4], [5].

Результаты исследований. В результате проведенного исследования бриокомпонента *Carpinus betulus* L. в лесопарке «Румлёво» выявлено 16 видов мохообразных, из которых 15 мхов (*Bryophyta*) – *Amblystegium serpen*, *Hygroamblystegium varium*, *Brachythecium salebrosum*, *B. rutabulum*, *B. campestre*, *B. mildeanum*, *Sciuro-hypnum populeum*, *Brachytheciastrum velutinum*, *Pseudoleskeella nervosa*, *Hypnum cupressiforme*, *Homalia trichomanoides*, *Leucodon sciuroides*, *Pylaisia polyantha*, *Orthotrichum affine*, *O. pumilum*, а также один печеночник (*Marchatiophyta*) – *Radula complanata*. Данный видовой состав составляет 32 % от всех выявленных бриофитов, представленных на *C. betulus* в Беларуси.

Весь исследуемый видовой состав относится к 12 родам, 9 семействам, 3 порядкам, 2 классам, 1 надотделу (*Bryobionta*), а также 2 отделам (*Bryophyta* и *Marchatiophyta*). Среди семейств наибольшее распространение имеют *Brachytheciaceae* – 6 видов, *Amblystegiaceae* и *Orthotrichaceae* – по 2 вида. Все остальные семейства имеют в своем составе лишь один вид (рисунок 1).

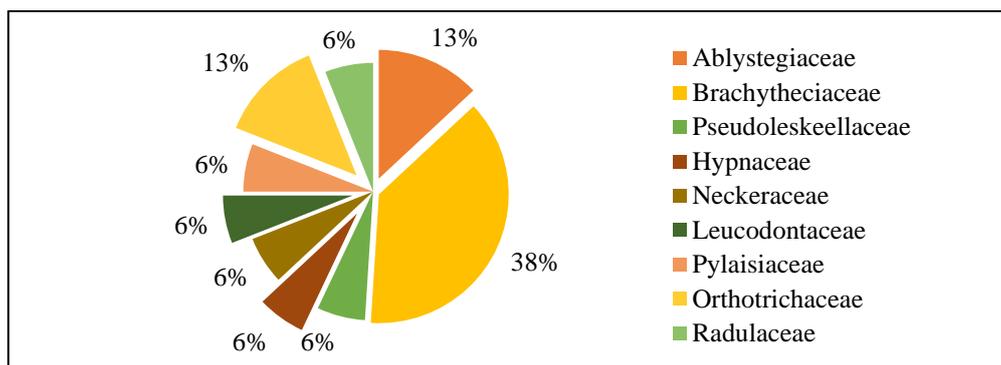


Рисунок 1 – Таксономическая структура семейств мохообразных лесопарка «Румлёво»

По числу видов в роде наиболее представительными являются: *Brachythecium* – 4 вида, *Amblystegium* – 2 вида и *Orthotrichum* – 2 вида. Остальные роды одновидовые.

Наибольшая встречаемость в составе первой высотной группы отмечена у *B. salebrosum*, *B. velutinum*, *H. cupressiforme*, *A. serpens*, *H. varium*, *B. campestre*, *P. nervosa* и *H. trichomanoides*. В составе второй высотной группы относительно высокая встречаемость отмечена у *Radula complanata*, *Brachythecium rutabulum* и *Orthotrichum pumilum*. В составе третьей высотной группы видовой состав мхов уменьшается. Выше 70 см отмечены *Pylaisia polyantha* и *O. affine*. Ряд видов встречаются единично – *B. mildeanum*, *Leucodon sciuroides* и *Sciuro-hyrium populeum* (рисунок 2).

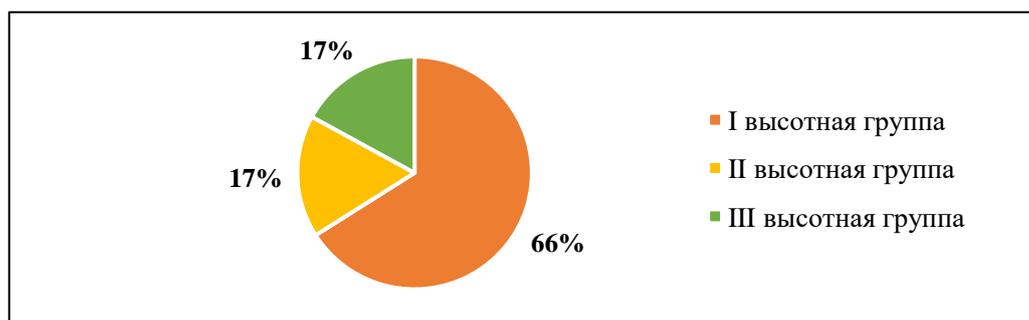


Рисунок 2 – Распределение видового состава мхов по высотным группам

Заключение. Таким образом, в лесопарке «Румлёво» г. Гродно выявлено 16 видов эпифитных мохообразных, из которых 15 мхов и один печеночник. Наибольшая встречаемость в составе первой высотной группы, где произрастают 2/3 всех выявленных видов (66 %), во второй и третьей высотных группах отмечены два облигатных эпифита (17 %).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Проскуряков, В. В. Обзор лесопарков Всеволожского района г. Санкт-Петербурга / В. В. Проскуряков, Д. В. Суворова, А. С. Крюковский // Инновации. Наука. Образование. – 2021. – № 39. – С. 164–167.
2. Рыковский, Г. Ф. Флора Беларуси. Мохообразные. В 2 т. Т. 2. Нерaticopsida – Sphagnopsida / Г. Ф. Рыковский, О. М. Масловский ; под ред. В. И. Парфенова. – Минск : Беларус. навука, 2009. – 213 с.
3. Игнатов, М. С. Флора мхов средней части Европейской России : в 2 т. / М. С. Игнатов, Е. А. Игнатова. – М. : КМК, 2003–2004. – Т. 1. – 2003. – 608 с. ; Т. 2. – 2004. – 960 с.
4. Глуздаков, С. О. Методика полевого изучения лишайников : учеб. пособие / С. О. Глуздаков. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1959. – 44 с.
5. Кельник, А. С. Топические особенности мохообразных эпифитов *Carpinus betulus* L. в лесопарке «Румлево» / А. С. Кельник, А. А. Сакович // Экологическая культура и охрана окружающей среды: IV Дорофеевские чтения : материалы междунар. науч.-практ. конф., Витебск, 29 нояб. 2024 г. – Витебск : ВГУ им. П. М. Машерова, 2024. – С. 52–54.

[К содержанию](#)

УДК 504.064.37:528.8

Д. А. КИСЛИЦЫН

Минск, БГУ

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

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ДЕШИФРИРОВАНИЯ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ДИНАМИКИ ВИДОВ ЗЕМЕЛЬ

Актуальность. Активное развитие технологий автоматизированного дешифрирования космических снимков позволяет повысить оперативность картографирования земельных ресурсов и оптимизировать получение информации о динамике видов земель. Комплексный анализ результатов дешифрирования позволяет оценить пространственно-временную динамику различных классов растительного покрова и выполнить прогнозирование возможных изменений [1, с. 184], а использование информации о цифровых моделях рельефа предоставляет возможность проанализировать подверженность почв процессам водной эрозии [2, с. 91].

Цель – выявление динамики видов земель и их групп на основе автоматизированного дешифрирования космических снимков для территории Новогрудской возвышенности за период с 1999 по 2023 г.

Материалы и методы. В качестве исследуемой территории выбрана Новогрудская возвышенность, которая расположена преимущественно в пределах Дятловского, Новогрудского и Кореличского районов Гродненской области, а также в центральной и северной частях Барановичского района Брестской области и на северо-востоке Слонимского района Гродненской области. Для проведения автоматизированного дешифрирования методом максимального правдоподобия в среде ArcGIS 10.7 использованы космические снимки Landsat-5 (даты съемки – 08.05.1999, 22.05.2010) и Sentinel-2 (01.05.2023) с уровнем обработки Collection 2 Level 2 и L2A.

Для расчета минимальных значений индекса NDVI за вегетационный период дополнительно использованы снимки Sentinel-2 за 11 мая 2021 г. и 28 сентября 2023 г., а также снимки Landsat-5 за 4 и 6 октября 2010 г., 23 октября 1999 г., что необходимо для более точной идентификации пахотных земель, которые имеют меньшие минимальные значения NDVI за период с мая по октябрь по сравнению с луговыми землями. Повышение степени достоверности при выделении основных видов земель выполнено путем применения информации об уклоне и вертикальном расчленении рельефа, рассчитанных на основе цифровой модели FABDEM, и минимальных значениях индекса NDVI за вегетационный период.

На основе опции «Выбрать по расположению» в ArcGIS 10.7 дополнительно учтено пространственное расположение отдельных векторных контуров относительно других видов земель. Участки лесных земель со средними значениями NDVI более 0,36 и площадью до 3 га, которые граничат с луговыми, пахотными землями и контурами, занятыми кустарниками, можно отнести к землям под древесно-кустарниковой растительностью (далее – ДКР). Участки лугов, которые имеют смежную границу только с пахотными землями и их площадь составляет до 10 га, можно классифицировать как пахотные, так как внутри очень крупных контуров пашни заметны существенные спектральные различия, что способствует ошибочному выделению внутри них нескольких видов земель.

Результаты исследований. Новогрудская возвышенность характеризуется высоким уровнем сельскохозяйственной освоенности территории (около 51,0 % в 2023 г.), что обусловлено широким распространением суглинистых и супесчаных почв на лессовидных и моренных отложениях. За период с 1999 по 2023 г. произошел двукратный рост земель под ДКР (от 1,72 до 3,52 % соответственно), что связано с зарастанием наименее плодородных участков естественных луговых земель кустарниковой растительностью. Удельный вес лесных земель увеличился за исследуемый период за счет перевода наиболее крупных участков земель под ДКР в состав лесов, а также вследствие процессов лесовосстановления на участках, которые ранее занимали сплошные рубки.

Уровень сельскохозяйственной освоенности исследуемой территории уменьшился от 54,8 до 51,0 % за период с 1999 по 2023 г., что обусловлено существенным снижением площади луговых земель из-за перевода наиболее продуктивных участков в состав пашни (в основном после 2010 г.) и увеличением доли земель, занятых кустарниковой и лесной растительностью. Площадь пахотных земель сократилась за период с 1999 по 2010 г., что связано с переводом небольших участков низкопродуктивной пашни в состав улучшенных луговых земель. К 2023 г. произошел рост площади пахотных земель на 2,5 % по сравнению с 2010 г., и увеличение в основном проявилось в Барановичском и Кореличском районах, где балл бонитета почв более высокий.

Земли под болотами преимущественно приурочены к плоским понижениям рельефа и имеют низкий удельный вес для территории Новогрудской возвышенности (0,78 % в 2023 г.), а также характеризуются уменьшением площади за 24-летний период. Постепенное увеличение удельного веса наблюдается для такого класса объектов, как земли под застройкой, общего пользования и другие земли (от 7,84 до 8,90 % в 1999 и 2023 гг. соответственно), что обусловлено ростом городской застройки в окрестностях Барановичей, Новогрудка и Дятлово (таблица).

Таблица – Динамика структуры видов земель и их групп для территории Новогрудской возвышенности за период с 1999 по 2023 г.

Вид земель	Удельный вес в 1999 г., %	Удельный вес в 2010 г., %	Удельный вес в 2023 г., %
Пахотные	38,23	37,46	38,40
Луговые	16,56	15,43	12,56
Лесные	34,25	35,18	35,52
Под древесно-кустарниковой растительностью	1,72	1,97	3,52
Под водными объектами	0,31	0,40	0,33
Под болотами	1,08	0,95	0,78
Под застройкой, общего пользования, другие земли	7,84	8,62	8,90

Определение водотоков на основе автоматизированного дешифрирования космических снимков затруднительно, поэтому в класс земель под водными объектами включены преимущественно водоемы, которые имеют очень низкий удельный вес от общей площади исследуемой территории (0,33 % в 2023 г.).

Заключение. На основе комплексной обработки результатов автоматизированного дешифрирования разновременных космических снимков Landsat-5, Sentinel-2 в среде ArcGIS 10.7 выявлены ключевые тренды

динамики основных видов земель для территории Новогрудской возвышенности за период с 1999 по 2023 г. Использование геоинформационных систем в значительной степени автоматизирует картометрические расчеты и предоставляет возможность применения различных источников пространственных данных и учета геометрических отношений между объектами для повышения уровня точности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мониторинг и прогноз динамики наземного покрова Среднего Поволжья по спутниковым данным в QGIS MOLUSCE / О. Н. Воробьёв, Э. А. Курбанов, Д. Ша [и др.] // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2023. – Т. 20, № 5. – С. 176–193.

2. Картографирование пахотных земель в агроландшафтах Волгоградской области по данным дистанционного зондирования / К. П. Синельникова, А. Н. Берденгалиева, Ш. Матвеев [и др.] // Исследования Земли из Космоса. – 2023. – № 5. – С. 85–96.

[К содержанию](#)

УДК 581.1

А. П. КЛИШ

Минск, БГПУ имени Максима Танка

Научный руководитель – Ж. Э. Мазец, канд. биол. наук, доцент

ВЛИЯНИЕ ВОДНОГО ДЕФИЦИТА НА СОДЕРЖАНИЕ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ В ЛИСТЯХ *RAPHANUS SATIVUS L.*

Актуальность. Изменение климата и возрастающая частота засушливых периодов создают серьезные угрозы для продуктивности сельскохозяйственных культур. Водный дефицит является одним из основных лимитирующих факторов роста и развития растений, приводя к снижению фотосинтетической активности и, как следствие, их урожайности [1]. Одной из важных овощных культур, активно используемых в пищевом рационе, является редис посевной (*Rafanus sativus L.*). Поэтому изучение влияния водного дефицита на содержание фотосинтетических пигментов в листьях редиса посевного имеет важное значение для разработки стратегий повышения засухоустойчивости растений [2, с. 22].

Цель – оценить влияние различной степени водного дефицита на содержание хлорофиллов и каротиноидов в листьях *Rafanus sativus L.*

Материалы и методы. В исследовании использовались семена редиса посевного двух сортов – Силезия и Люцинка. Влияние разной степени дефицита воды на физиологические процессы редиса изучали в модельной системе с помощью 2-, 5- и 10 %-го растворов сахарозы, создающих водный потенциал, обуславливающий соответственно слабый, средний и высокий водный дефицит. Семена редиса по 30 штук проращивались в течение 10 дней в чашках Петри при комнатной температуре и естественном освещении на дистиллированной воде – контроль (К), а опытные – на растворах разной концентрации сахарозы. На десятый день оценивалось содержание основных фотосинтетических пигментов в листьях редиса по методике, описанной в работе [3, с. 41]. Повторность опыта трехкратная. Экстракцию пигментов проводили в 100 %-м ацетоне. Оптическую плотность измеряли на спектрофотометре Specord-50 (Германия). Полученные данные были статистически обработаны с помощью пакета статистических программ Microsoft Excel.

Результаты исследований. Установлено, что у сорта Силезия водный дефицит негативно влиял на содержание хлорофилла (далее – хл) *a*, снижая его уровень относительно контроля на 48, 72 и 81 % соответственно степени водного дефицита – слабой, средней и сильной (рисунок 1, *a*). У сорта Люцинка также отмечено снижение количества хл *a* на 19, 23 и 75 % соответственно слабой, средней и высокой степени дефицита воды (рисунок 1, *б*).

Аналогичные сдвиги в содержании хл *b* под влиянием водного дефицита выявлены у обоих сортов редиса. Однако резкое снижение уровня хл *b* отмечено уже при слабом водном дефиците у сорта Силезия – на 50 % относительно контроля, тогда как при средней и высокой степени недостатка воды этот показатель упал на 72 и 75 % соответственно (рисунок 1, *a*). В то же время у сорта Люцинка содержание хл *b* не так резко падало по сравнению с контролем при слабом дефиците воды – на 24 %, тогда как при среднем и сильном водном дефиците эти значения снизились на 78 и 74 % соответственно (рисунок 1, *б*).

Каротиноиды являются вспомогательными фотосинтетическими пигментами и, кроме того, выполняют защитную функцию, предотвращая фотоповреждение клеток от различных видов стресса, в том числе и от водного. У сорта Силезия количество каротиноидов снижалось с ростом степени водного дефицита на 39, 64 и 73 % соответственно 2-, 5- и 10 %-му растворам сахарозы (рисунок 2, *a*). Выявлено, что у сорта Люцинка содержание каротиноидов при слабом водном дефиците уменьшилось относительно контроля на 19 %, тогда как при среднем – на 83 % и сильном недостатке воды на 77 % (рисунок 2, *б*).

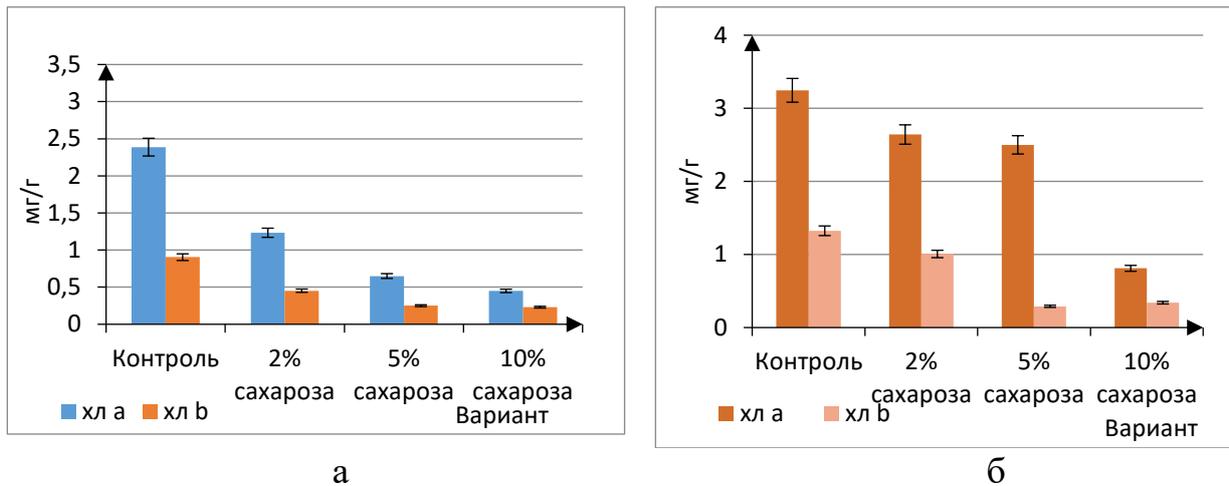


Рисунок 1 – Зависимость содержания хлорофилла от степени водного дефицита редиса Силезии (а) и Люцинка (б)

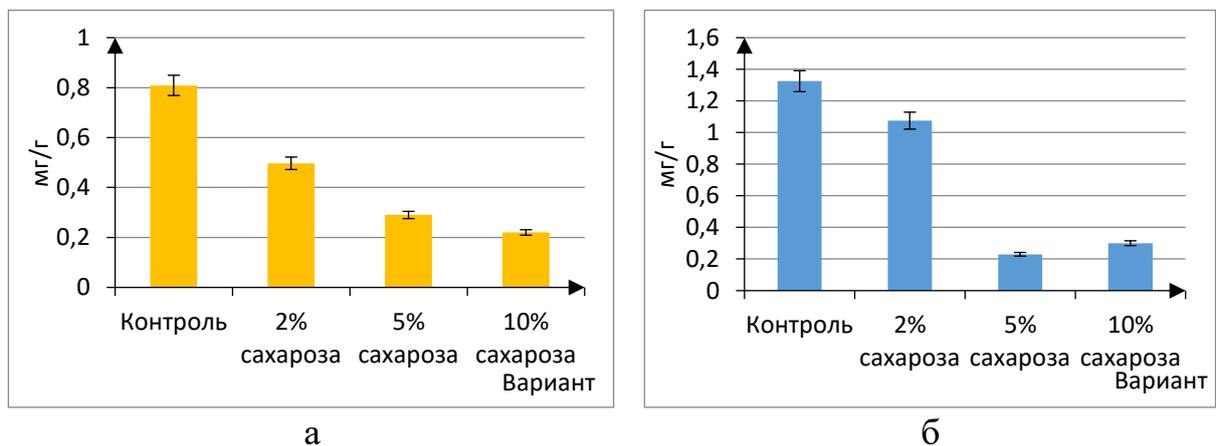


Рисунок 2 – Зависимость содержания каротиноидов от степени водного дефицита редиса Силезии (а) и Люцинка (б)

Заключение. Полученные результаты подтверждают негативное влияние водного дефицита на содержание основных фотосинтетических пигментов в листьях *Rafanus sativus* L. на ранних этапах прорастания. Установлено, что с увеличением степени водного дефицита происходит снижение уровня хл *a* и *b*, а также каротиноидов, причем в большей степени у сорта Силезия по сравнению с сортом Люцинка. Сорт Люцинка более устойчив к слабой и средней степени водного дефицита, что связано с меньшей деструкцией пигментов, тогда как при сильной засухе отмечалось резкое снижение пула фотосинтетических пигментов.

Таким образом, сорт Люцинка предпочтителен для выращивания в условиях умеренного водного дефицита, тогда как Силезия требует более благоприятных условий. Различия в реакции на водный дефицит между

сортами могут быть использованы для селекции засухоустойчивых сортов. Данные исследования могут быть использованы в агроэкологии для разработки стратегий повышения засухоустойчивости редиса, например, путем применения методов оптимизации полива, выбора засухоустойчивых сортов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Редис. – URL: <https://www.greencross.by/sites/default/files/files-for-download/2017/redis.pdf> (дата обращения: 04.03.2025).
2. Храмченкова, О. М. Физиология растений. Экология водного обмена : практ. рук-во по теме УСР / О. М. Храмченкова ; М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Чернигов : Десна Полиграф, 2016. – 40 с.
3. Учебно-полевая практика по физиологии растений : практикум / Ж. Э. Мазец, И. И. Жукова, Д. М. Суленко, Е. Р. Грицкевич. – Минск : БГПУ, 2012. – 108 с.

[К содержанию](#)

УДК 613.2

С. А. КЛЮКА, А. В. КОВАЛЕВИЧ

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

Научный руководитель – Л. В. Улейчик, старший преподаватель

ПРЕИМУЩЕСТВА МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ СОБСТВЕННОГО ПРИГОТОВЛЕНИЯ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ЗДОРОВЬЯ СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ

Актуальность. Как сберечь здоровье смолоду и не накопить в организме предпосылок для развития возможных заболеваний? Такой вопрос возник у студентов 3-го курса Гродненского государственного университета имени Янки Купалы. В процессе обучения по специальности «Производство продукции и организация общественного питания» студенты изучали дисциплины по технологии приготовления пищи в общественном и диетическом питании. Изучая эти дисциплины, студенты определили, что употребление мучных кондитерских изделий собственного приготовления – это путь для профилактики возможных заболеваний. Предпосылками к некоторым заболеваниям может быть чрезмерное и частое употребление в пищу мучных кондитерских изделий промышленного производства, в которых содержатся пищевые добавки. Особенно

важны эти знания для людей и студентов с пониженным иммунитетом и наследственными заболеваниями.

На основании данных Национального статистического комитета Республики Беларусь, в 2024 г. в предприятиях торговли населению реализовано 106 584,5 т мучных кондитерских изделий [1]. В анализе выполнения государственной программы «Здоровье народа и демографическая безопасность» за 2016–2020 гг. отмечено, что основными причинами смертности трудоспособного населения в 2019 г. являются болезни системы кровообращения (36,1 %) и новообразования (21,9 %) и что наблюдается рост заболевших сахарным диабетом. В программе на 2021–2025 гг. прописано, что для профилактики неинфекционных заболеваний необходимо проводить информационно-образовательную работу с населением начиная с детского возраста [2].

Цель – изучить возможные риски предпосылок, влияющих на здоровье студенческой молодежи при чрезмерном и частом употреблении мучных кондитерских изделий промышленного производства и раскрыть пути снижения этих рисков.

Материалы и методы. Для раскрытия цели взяты данные о составе мучных кондитерских изделий, реализуемых в предприятиях торговой сети, нормативно-правовой документации и исследований ученых о пользе и вреде пищевых добавок. Из методов исследования использованы анализ состава мучных кондитерских изделий, реализуемых в предприятиях торговой сети, и опрос студенческой молодежи.

Результаты и обсуждение. Во всех продовольственных торговых предприятиях реализуется широкий ассортимент кондитерских мучных изделий. Прилавки пестрят большим ассортиментом пряников, печенья, вафель, кексов, рулетов в красочных упаковках белорусских и российских производителей. На каждой упаковке прописан состав продуктов, использованных для приготовления. Ученые разработали много пищевых добавок для обеспечения процессов изготовления, транспортировки и хранения продукции.

20 июля 2012 г. с целью защиты жизни и здоровья населения решением совета Евразийской экономической комиссии утвержден технический регламент Таможенного союза «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств». На основании технического регламента Министерством здравоохранения Республики Беларусь утверждены санитарные нормы и правила «Требования к пищевым добавкам, ароматизаторам и технологическим вспомогательным средствам» [3], в которых определено 27 функциональных классов пищевых добавок в зависимости от технологических целей и каждому классу присвоен индекс E и цифровой код. К классу пищевых красителей

относятся пищевые добавки с обозначением E100–181, консерванты маркируются кодами E200–297 и используются для увеличения сроков годности продукции. Антиокислители и стабилизаторы кислотности препятствуют процессам окисления в продукции и обозначаются E300–392. E400–495 – стабилизаторы и загустители – сохраняют консистенцию и увеличивают вязкость. В пищевой продукции используют также эмульгаторы и антислеживающие агенты, усилители вкуса и запаха, глазирователи. Заканчивается список пищевых добавок цифровым кодом 1521.

При опросе студентов, как часто они готовят мучные кондитерские изделия, все ответили, что не готовят, так как в этом нет необходимости: любую продукцию можно купить в торговой сети. Из часто покупаемых мучных кондитерских изделий в список попали недорогостоящие вафли, печенье, пряники, баранки, рулеты, маффины промышленного производства. Из опрошенных 30 студентов все ответили, что не читают состав покупаемой продукции, так как доверяют изготовителям и контролирующим органам. Пищевая продукция, реализуемая на территории стран Таможенного союза, должна быть безопасной в течение срока ее годности. За нарушение требований технического регламента и санитарных правил виновные несут ответственность в соответствии с законами Республики Беларусь.

Предприятиям пищевой промышленности уже не обойтись без пищевых добавок. Но всегда ли продукция с пищевыми добавками безопасна? Врачи и ученые говорят о небезопасности некоторых пищевых добавок и связывают многие проблемы со здоровьем с чрезмерным и частым употреблением продукции с пищевыми добавками.

В целях исследования проведен теоретический анализ состава мучных кондитерских изделий, изготовленных белорусскими и российскими производителями и реализуемых в торговой сети, часто покупаемых студентами. Проанализирован состав четырех видов печенья, трех видов вафель, двух видов маффинов, пряников, рулетов. В исследованной продукции есть пищевые добавки, разрешенные в республиках Евразийского экономического союза. Во всех видах продукции использованы консерванты и эмульгаторы, а в некоторых – загустители и красители. В качестве консерванта в основном используются сорбиновая кислота (E200), диоксид серы (E220), сорбат калия (E202). Диоксид серы разрушает в продуктах витамин B1 и диосульфидные мостики в белках. Ученые предупреждают, что, если часто и в большом количестве употреблять продукты с этими добавками, могут возникать аллергические реакции в виде покраснения, зуда, сыпи на кожных покровах и обострение бронхиальной астмы, нарушения функций желудочно-кишечного тракта. Даже на упаковке с маффинами ванильными с начинкой «Вареная

сгущенка», реализуемых в торговой сети, прописано, что чрезмерное употребление продукции может оказывать слабительное действие.

Во всех видах исследуемой продукции в качестве стабилизаторов и эмульгаторов в состав входят моно- и диглицериды жирных кислот как пищевая добавка с цифровым кодом E471, которую изготавливают из пальмового, соевого или рапсового масел и глицерина. Ученые доказывают, что злоупотребление продуктами с содержанием этих добавок способствует развитию сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний, ожирению, заболеваниям ЖКТ и развитию диабета второго типа [4].

Действие многих пищевых добавок на организм человека еще полностью не изучено. По мере изучения действия пищевых добавок на организм человека использование некоторых пищевых добавок в пищевой промышленности запрещается. 27 февраля 2024 г. решением Евразийской экономической комиссии запрещено 19 наименований пищевых добавок [5]. Доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник Федерального исследовательского центра питания, биотехнологии и безопасной пищи в Москве прокомментировала отмену использования некоторых пищевых добавок: «Одни добавки становятся не нужны в технологическом плане, относительно других появляются новые научные данные по части возможного влияния на организм» [6].

Качество пищевой продукции в Республике Беларусь контролируют органы Государственного контроля по стандартизации и Министерства здравоохранения, которые выявляют нарушения требований технического регламента о пищевых добавках. По результатам проверок, иногда в торговую сеть попадает продукция с ненадлежащим качеством. Например, в январе и марте 2024 г. на основании предписания Главного государственного инспектора Республики Беларусь по надзору за соблюдением технических регламентов был запрещен ввоз и изъяты из обращения в Республике Беларусь несколько видов кондитерских мучных изделий производителей из Российской Федерации по причине определения в продукции недопустимых пищевых красителей E122 и E151, а также по причине превышения нормы диоксида серы в два раза и обнаружения незаявленных консервантов и красителей, которые влияют на активность и внимание детей. 7 марта 2025 г. запрещены к реализации и изъяты из торговой сети кондитерские изделия российского производителя «Французские булочки с шоколадным вкусом» по причине использования недопустимого консерванта низина (E234).

Заключение. На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что риск проблем со здоровьем при частом и чрезмерном употреблении мучных кондитерских изделий промышленного производства остается, поэтому студентам, склонным к ожирению, аллергическим реакциям

и с пониженным иммунитетом, желательно готовить мучные кондитерские изделия самим с добавлением ягод, фруктов, варенья, кисломолочных продуктов, подсолнечного масла. При покупке мучных кондитерских изделий отдавать предпочтение продукции с меньшим перечнем пищевых добавок и знакомиться с реестром «Опасная продукция», который размещен на сайте Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь [7]. В реестре опубликованы сведения о продукции, запрещенной к ввозу и обращению на территории нашей республики.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Продажа отдельных пищевых продуктов и напитков организациями торговли Республики Беларусь в январе – декабре 2024 года // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – URL: https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/vnytrennia-torgovlya/roznichnaya-torgovlya/operativnyye-dannye_13/prodazha-otdelnyh-prodovolstvennyh-tovarov/ (дата обращения: 05.02.2025).

2. О Государственной программе «Здоровье народа и демографическая безопасность» на 2021–2025 годы : постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 19 янв. 2021 г. № 28 : в ред. от 18 дек. 2024 г. № 965 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C22100028> (дата обращения: 04.03.2025).

3. Санитарные нормы и правила «Требования к пищевым добавкам, ароматизаторам и технологическим вспомогательным средствам» : постановление М-ва здравоохранения Респ. Беларусь от 12 дек. 2012 г. № 195. – URL: https://minzdrav.gov.by/upload/lcfiles/text_tnpa/000358_385792_PostMZ_N195_2012_Sanpin (дата обращения: 05.03.2025).

4. Здоровый образ жизни. Пищевые добавки. – URL: <https://www.oum.ru/literature/zdorovje/e471-pishchevaya-dobavka-opasna-ili-net/> (дата обращения: 10.03.2025).

5. О порядке введения в действие изменений в технический регламент Таможенного союза «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств» (ТР ТС 029/2012) : решение Коллегии Евразийс. экон. комис. от 23 янв. 2024 г. № 8. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902359401#7D20K3> (дата обращения: 05.03.2025).

6. Какие пищевые добавки исключили из разрешенных и почему? // Роскачество. – URL: <https://rskrf.ru/tips/eksperty-obyasnyayut/kakie-pishchevye-dobavki-isklyuchili-iz-razreshennykh-i-pochemu/> (дата обращения: 12.03.2025).

7. О реестрах опасной продукции, запрещенной к ввозу и (или) обращению на территории Республики Беларусь // Официальный сайт Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики

Беларусь. – URL: <https://www.mart.gov.by/activity/zashchita-prav-potrebiteley/narushenie-zakonodatelstva-o-zashchite-prav-potrebiteleya/o-reestrakh-opasnoy-produktsii-zapreshchennoy-k-vvozu-i-ili-obrashcheniyu-na-territorii-respubliki-b/> (дата обращения: 09.03.2025).

[К содержанию](#)

УДК 631.46

Е. А. КОБЯТКО, А. А. КРОТ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТА «ПРОФИТ. МУЛЬТИБАКТЕРИАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС» НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРЕСС-САЛАТА В УСЛОВИЯХ УГЛЕВОДОРОДНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Актуальность. Углеводородное загрязнение окружающей среды является одним из наиболее распространенных на нашей планете. Данная проблема приобрела огромные масштабы в конце XX в., что связано с повсеместным использованием нефти в качестве источника энергии и сырья для химической промышленности.

Проникновение углеводородов в почвенный профиль способствует изменению всех основных почвенных характеристик, что приводит к снижению плодородия и отчуждению земель. При этом естественное разложение полициклических углеводородов и других высокомолекулярных соединений в почвах длится многие годы [1]. При непосредственном контакте с растениями продукты нефтепереработки выступают преимущественно в качестве сильных гербицидов [2]. Однако встречаются и случаи морфологических отклонений, а именно появление уродливых форм, гигантизма и карликовости [3].

Действие легких и тяжелых фракций нефтепродуктов на живые организмы существенно различается. Летучие фракции проявляют эффект сразу после контакта, тяжелые фракции дают эффект позже, поскольку легкие фракции обладают остротоксическими свойствами, тогда как действие более тяжелых фракций связано с нарушением водно-воздушного режима почвы [4].

В связи с серьезностью последствий, вызванных присутствием углеводородов в почве, исследования, направленные на восстановление загрязненных земель, имеют важное значение для защиты и сохранения

окружающей среды. Одним из наиболее эффективных методов очистки окружающей среды от техногенных загрязнений является биоремедиация. Использование микробиологических препаратов может быть направлено как на утилизацию углеводов путем включения их в трофическую цепь, так и на активизацию внутренних ресурсов растительных организмов за счет улучшения питательного режима почв, а также продуцирования биологически активных веществ.

Цель – изучить влияние биопрепарата «Профит. Мультибактериальный комплекс» на морфометрические показатели проростков *Lepidium sativum* L. в условиях углеводородного загрязнения.

Материалы и методы. В качестве почвенной добавки для реабилитации техногенно загрязненных почв мы использовали биологический препарат «Профит. Мультибактериальный комплекс», основанный на композиции штаммов азотфиксирующих, фосфатмобилизирующих и калий-мобилизирующих бактерий *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus mojavenensis*, *Bacillus megaterium*, *Pseudomonas brassicacearum*, *Brevibacillus* sp. на цеолите. Препарат готовили согласно прилагаемой инструкции, а содержание действующего вещества в приготовленном препарате принимали за исходную дозу (1,0). Также использовали сниженную и повышенную дозу препарата от исходной (0,5 и 1,5).

В качестве чистого контроля мы использовали почву культурного агрозема (К). К навескам данной почвы мы добавляли отработанное моторное масло (масло) (К_М) и бензин АИ-92 (бензин) (К_Б) таким образом, чтобы доза поллютанта составляла 5 % в общем объеме почвенной навески. Почвенные образцы тщательно перемешивали, обеспечивая равномерное распределение загрязнителя по всей почвенной навеске. Загрязненные варианты использовали в качестве соответствующих контролей (К_М и К_Б) для сравнения эффективности действия биопрепарата.

Подготовленные почвенные образцы мы размещали в пластиковые контейнеры 22 × 15 × 5 см и приливали раствор биопрепарата в соответствующей дозе или водопроводную отстоявшуюся воду. Объем приливаемой жидкости составил 50 мл. Почвенную пластинку закрывали двойным слоем фильтровальной бумаги и высевали по 50 семян тест-культуры. Проращивание проводили в термостате при постоянной температуре 20 °С. В качестве регистрируемых показателей учитывали длину стеблей и корней проростков. Регистрацию показателей проводили на пятый день эксперимента.

Результаты исследований. В чистой почве показатель средней длины стеблей кресс-салата составил $29,72 \pm 1,0$ мм. Под влиянием углеводородного загрязнения отмечается значительное снижение регистрируемых показателей тест-культуры. Загрязнение почвы бензином

способствовало более значительному снижению средней длины стеблей тест-культуры на 39,0 %, тогда как обработка моторного масла оказывала более токсическое действие в отношении корней (–22,3 %).

Внесение в почву биопрепарата сопровождалось неоднозначным откликом показателей тест-культуры. Выявлено, что действие препарата «Профит» оказывало преимущественно положительное влияние на формирование надземной части проростков. Наиболее значительный прирост зарегистрирован в варианте с обработкой моторного масла в присутствии исходной дозы биопрепарата – +21,0 % относительно K_M (таблица 1). Лишь в одном варианте зафиксировано снижение средней длины проростков относительно загрязненного контроля – при применении препарата в дозе 0,5 от исходной в условиях загрязнения моторным маслом (–7,4 %).

Таблица 1 – Длина стеблей проростков *Lepidium sativum* L. в условиях углеводородного загрязнения, мм

Вид загрязнения	Доза препарата «Профит»			
	–	0,5	1,0	1,5
Масло	19,22	17,80	23,25	21,98
Бензин	18,14	19,23	19,94	18,63

При этом полученный результат влияния биопрепарата на корневые системы проростков тест-культуры вызывает недоумение, поскольку значения в опыте были значительно ниже, чем даже в загрязненных контролях. Так, наиболее высокий результат зафиксирован при внесении минимальной дозы биопрепарата в условиях загрязнения обработкой моторного масла – $23,10 \pm 1,38$ мм, что, тем не менее, было на 37,2 % ниже, чем в соответствующем контроле. При этом в аналогичном варианте опыта, но в присутствии бензина снижение было еще более значительным – –55,1 %, а в варианте 1,5 Pr еще ниже, а именно –67,3 % (таблица 2).

Таблица 2 – Длина корней проростков *Lepidium sativum* L. в условиях углеводородного загрязнения, мм

Вид загрязнения	Доза препарата «Профит»			
	–	0,5	1,0	1,5
Масло	36,78	23,10	21,59	21,06
Бензин	41,86	18,79	21,23	13,68

Заключение. В ходе проведения эксперимента выявлено, что применение биопрепарата «Профит. Мультибактериальный комплекс» для преодоления фитотоксичности углеводородного загрязнения почв является нецелесообразным. Несмотря на положительный результат

в отношении надземной части проростков тест-культуры, следует отметить очень сильное ингибирование корневых систем кресс-салата – от –42,7 % до –67,3 % относительно K_M и K_B соответственно.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Проблемы загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами: геохимия, экология, рекультивация / Н. П. Солнцева, Ю. И. Пиковский, Е. М. Никифорова [и др.] // Доклады симпозиума VII Делегатского съезда Всесоюзного общества почвоведов. Ч. 6. – Ташкент : Мехнат, 1985. – С. 246–254.

2. Griffin, L. F. Toxic effect of water-soluble fractions of crude, refined and weathered oils on the growth of a marine bacterium / L. F. Griffin, J. A. Calder // Applied and Environmental Microbiology. – 1977. – Vol. 33, № 5. – P. 1092–1102.

3. Грищенко, О. М. Ботанические аномалии как поисково-разведочный критерий нефтегазоносности / О. М. Грищенко // Экология. – 1982. – № 1. – С. 18–22.

4. Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем : сб. науч. тр. / АН СССР, Науч. совет по пробл. биосферы ; отв. ред. М. А. Глазовская. – М. : Наука, 1988. – 253 с.

[К содержанию](#)

УДК 595.76

К. С. КОЖУРО

Минск, БГУ

Научный руководитель – Ж. Е. Мелешко, канд. биол. наук, доцент

К ВИДОВОМУ СОСТАВУ ДОЛГОНОСИКООБРАЗНЫХ ЖУКОВ (*CURCULIONOIDEA*) МИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Актуальность. Долгоносикообразные жуки представляют собой одно из самых разнообразных и многочисленных семейств жесткокрылых. Многие виды долгоносиков являются серьезными вредителями сельскохозяйственных культур [1]. Изучение их видового состава, распространения и биологии в Минской области необходимо для разработки эффективных стратегий защиты растений и выявления чужеродных видов. Несмотря на общую изученность энтомофауны Беларуси [2], региональные исследования, особенно по таким крупным и разнообразным группам, как долгоносикообразные жуки, всегда вызывают интерес. Изучение долгоносиков в разных биотопах позволяет выявить экологическую дифференциацию

видов, их специализацию к определенным типам местообитаний и кормовым растениям. Это углубляет понимание механизмов формирования биоразнообразия. Все вышеупомянутые аспекты обуславливают актуальность выбранной темы.

Цель – выявление и изучение видового разнообразия, экологических особенностей и распространения долгоносикообразных жуков (*Curculionoidea*) в различных биотопах Минской области.

Материалы и методы. В рамках исследования были использованы данные, полученные в полевой сезон июня – июля 2024 г. Сбор материала выполнялся в Минской области в окрестностях г. Минска, Молодечно, аг. Щомыслицы, ст. Силикатчик-82, д. Калдыки стандартными энтомологическими методами [3]. В результате полевых работ было отобрано 140 экземпляров долгоносикообразных жуков. Определение проводилось с помощью онлайн-определителя [4].

Результаты исследований. В ходе выполнения данной работы было обнаружено 26 видов из двух семейств – *Curculionidae* Latreille, 1802 и *Brentidae* Billberg, 1820.

Наибольшее число видов обнаружено в прибрежном ивняке, где было найдено семь видов: *Phyllobius maculicornis* (Germar, 1823), *Phyllobius argentatus* (Linnaeus, 1758), *Sitona humeralis* (Stephens, 1831), *Anthonomus rubi* (Herbst, 1795), *Otiorhynchus sulcatus* (Fabricius, 1775), *Lixus iridis* (Olivier, 1807), *Phyllobius virideaeris* (Germar, 1824). По кормовой специализации к олигофагам относятся *Lixus iridis*, *Sitona humeralis* и *Anthonomus rubi*. Имаго этих видов питаются на листьях, личинки повреждают корни. Отмечены как вредители малины, ежевики, бобовых и молодых посадок. Остальные виды полифаги.

В сосняке черничном обнаружены четыре вида: *Curculio nucum* (Linnaeus, 1758), *Polydrusus inustus* (Germar, 1823), *Otiorhynchus sulcatus*, *Otiorhynchus ovatus* (Linnaeus, 1758). *Curculio nucum* относится к редко встречающимся видам, монофаг на лещине. Личинки развиваются в орехах кормового растения, имаго питаются почками и листьями. *Polydrusus inustus*, *Otiorhynchus sulcatus*, *Ot. ovatus* относятся к широким полифагам, развитие личинок которых проходит на корнях растений, имаго питаются листьями различных лиственных деревьев и кустарников, и отмечены как вредители посадок.

На клеверном поле обнаружены пять видов: *Protapion fulvipes* (Geoffroy, 1785), *Sitona lineatus* (Linnaeus, 1758), *Hypera arator* (Linnaeus, 1758), *Hypera nigrirostris* (Fabricius, 1775), *Trichosirocalus troglodytes* (Fabricius, 1775). Все виды, за исключением *Trichosirocalus troglodytes*, являются олигофагами на бобовых и наносят сильный ущерб культивируемым культурам. Взрослые особи питаются на листьях. Личинки

Protapion fulvipes развиваются в головках клевера, личинки *Sitona lineatus* – на корнях бобовых. *Trichosirocalus troglodytes* питается на различных видах чертополоха и осота.

На остальных биотопах было обнаружено только по несколько видов долгоносикообразных жуков. На посадках тополя серебряного обнаружены *Dorytomus ictor* (J. F. W. Herbst, 1795) и *Dorytomus tremulae* (Fabricius, 1787). Оба вида являются олигофагами, связанными с растениями рода *Populus*. Имаго питаются пыльцой и молодыми листьями, личинки развивается в сережках, значительно снижая урожай семян.

На поляне в сосновом лесу были обнаружены *Otiorhynchus sulcatus* и *Brachyderes incanus* (Linnaeus, 1758). Оба вида являются полифагами, питаются листьями деревьев, кустарников и травянистых растений. Могут повреждать молодые насаждения.

На посадках штокрозы обнаружены *Rhopalapion longirostre* (Olivier, 1807) и *Aspidapion validum* (Germar, 1823). Оба вида являются инвазивными для нашей республики [5]. *Rhopalapion longirostre* является монофагом на *Alcea rosea* L.; *Aspidapion validum* – олигофаг на растениях семейства Malvaceae. Личинки развиваются в семенных коробочках, тем самым повреждая растения и семена.

На пойменном лугу обнаружены *Sibinia pellucens* (Scopoli, 1772) и *Otiorhynchus raucus* (Fabricius, 1777). *Sibinia pellucens* является олигофагом на дреме белой, дреме двудомной. *Otiorhynchus raucus*, широкий полифаг, повреждает почки, листья и побеги плодовых деревьев.

На рапсовом поле обнаружен только один вид – *Ceutorhynchus obstrictus* (T. Marsham, 1802), являющийся олигофагом. Взрослые жуки питаются листьями и стеблями рапса, нанося существенный вред посадкам.

Заключение. Исследование долгоносикообразных жуков Центральной Беларуси позволило расширить знания об их экологических предпочтениях. Большинство собранных видов по кормовой специализации относятся к олигофагам (12 видов), к полифагам относятся 10 видов, к монофагам – два вида. Выявление значительного числа видов, являющихся вредителями как молодых посадок, так и сельскохозяйственных культур, в том числе инвазивных долгоносикообразных жуков, указывает на необходимость дальнейшего изучения их биологии и распространения для разработки эффективных мер контроля и минимизации экономического ущерба.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арнольди, Л. В. Семейство Curculionidae / Л. В. Арнольди, М. Е. ТерМинасян, В. С. Солодовникова // Насекомые и клещи – вредители сельскохозяйственных культур. Т. 2. Жесткокрылые / ред. О. Л. Крыжановский. – Л. : Наука, 1974. – С. 218–293.

2. Иоаннисиани, Т. Г. Жуки-долгоносики (Coleoptera, Curculionidae) Белоруссии / Т. Г. Иоаннисиани. – Минск : Наука и техника, 1972. – 352 с.

3. Фасулати, К. К. Полевое изучение наземных беспозвоночных / К. К. Фасулати. – М. : Высш. шк., 1971. – 424 с.

4. Определитель долгоносиков (Coleoptera, Curculionoidea). – URL: https://coleop123.narod.ru/key/opredslon/opred_slon.html/ (дата обращения: 15.02.2025).

5. Гайдуков, М. Д. К видовому составу жуков-фитофагов надсемейства Curculionoidea, повреждающих штокрозу розовую (*Alcea rosea*) / М. Д. Гайдуков, Ж. Е. Мелешко, К. С. Кожуро // Зоологические чтения : сб. науч. ст., посвящ. 125-летию д-ра биол. наук Ивана Николаевича Сержанина / ГрГУ им. Янки Купалы ; редкол.: О. В. Янчуревич (гл. ред.), А. В. Рыжая. – Гродно : ГрГУ, 2023. – С. 61–63.

[К содержанию](#)

УДК 502:37.03

О. А. КОНОПАЦКАЯ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ МОНИТОРИНГА ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ОТ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ

Актуальность. Современное общество сталкивается с серьезными экологическими проблемами, вызванными антропогенной деятельностью. Выбросы загрязняющих веществ от промышленных предприятий являются одной из ключевых причин загрязнения, что негативно сказывается на здоровье человека и состоянии окружающей среды.

В условиях нарастающей глобализации и индустриализации вопрос охраны окружающей среды становится все более актуальным. Формирование экологической сознательности и ответственности у подрастающего поколения играет ключевую роль в обеспечении устойчивого будущего.

Экологическое образование – целенаправленно организованный, планомерно и систематически осуществляемый процесс овладения экологическими знаниями, умениями и навыками. В учреждениях общего среднего образования для развития экологической культуры учащихся используются разные дидактические методы, один из которых – метод проектов.

Проектная деятельность – это метод обучения, основанный на самостоятельной работе учащихся над проектом, который решает конкретную проблему или задачу.

Использование данных мониторинга выбросов в проектной деятельности учащихся является важным и актуальным направлением, которое способствует формированию экологической грамотности и ответственности. Проектная деятельность в данной концепции создает возможность для вовлечения обучающихся в экологическую проблематику, помогает формировать навыки анализа данных, критического мышления и активной гражданской позиции.

Цель – разработать методические рекомендации по использованию данных мониторинга выбросов загрязняющих веществ от промышленных предприятий в проектной деятельности учащихся.

Материалы и методы. Теоретический анализ научно-методической и образовательно-экологической литературы.

Результаты исследований. Исследовательские проекты постепенно все больше становятся одной из обязательных форм обучения в школе. Стандарт второго поколения построен на основе системно-деятельностного подхода [1]. В отличие от традиционных методов, когда учитель является главным источником информации, в проектной деятельности учащиеся сами ищут информацию, анализируют ее, разрабатывают решение и представляют результаты своей работы.

Существует ряд особенностей проектной деятельности учащихся: проблемно ориентированный подход (проект всегда начинается с формулировки проблемы или задачи, которую ученики будут решать), самостоятельная деятельность учащихся (учащиеся берут на себя ответственность за выбор темы, сбор информации, разработку решения и представление результатов). Учитель выступает в роли помощника.

Проекты часто требуют применения знаний из различных учебных предметов, способствуя формированию системного мышления. Проектная деятельность способствует развитию критического мышления, коммуникативных навыков, умения работать в команде, креативности и ответственности. Формы проектов могут быть индивидуальными или групповыми, краткосрочными или долгосрочными, исследовательскими, творческими, практико-ориентированными.

В результате проделанной работы обучающиеся представляют результаты своей работы.

Мы рекомендуем использовать метод проектов на уроках, факультативных занятиях или внеурочных мероприятиях естественно-научных предметов. Данные рекомендации направлены на организацию проектной деятельности учащихся в учреждениях общего среднего образования

с использованием данных мониторинга выбросов промышленных предприятий для формирования экологической грамотности и критического мышления.

Экологический проект мы рекомендуем проводить в 10–11 классах.

Цель: развитие у учащихся экологической грамотности, критического мышления и навыков анализа данных.

Задачи:

1. Научить учащихся работать с данными мониторинга выбросов.
2. Развить навыки анализа данных, построения графиков и диаграмм.
3. Научить учащихся интерпретировать полученные результаты и делать выводы.
4. Способствовать формированию ответственного отношения к окружающей среде.
5. Развить навыки командной работы и публичных выступлений.

Тема проекта должна быть актуальна для района или области учащихся, доступна для исследования и интересна учащимся.

Рекомендуемые темы – «Сравнение выбросов загрязняющих веществ разных предприятий», «Анализ данных мониторинга выбросов загрязняющих веществ предприятия своего района», «Разработка предложений по снижению выбросов в конкретном предприятии».

Для получения данных мониторинга выбросов можно использовать открытые данные государственных органов охраны окружающей среды или отчеты промышленных предприятий.

Этапы проектной работы:

1. Формирование групп. Учащиеся объединяются в группы по 3–5 человек, учитывая интересы и навыки.
2. Планирование. Каждая группа разрабатывает план работы, включающий этапы исследования, распределение обязанностей и срок выполнения задания.
3. Сбор и обработка данных. Учащиеся собирают необходимые данные (с помощью учителя при необходимости), обрабатывают и иллюстрируют в виде таблиц, графиков и диаграмм.
4. Анализ данных. Учащиеся анализируют полученные данные, выявляют закономерности и тенденции их изменения за исследуемый период, определяют превышение допустимого количества выбросов.
5. Разработка решений и предложений. На основе анализа данных учащиеся разрабатывают конкретные предложения по решению выявленных проблем (например, предложения по снижению выбросов, меры по защите населения от вредных воздействий), формулируют заключение.
6. Демонстрация проекта. Учащиеся готовят презентацию своей работы и представляют ее перед классом, учителями или другими

интересующимися лицами. Презентация учащихся должна быть структурированной и наглядной.

7. Рефлексия. После завершения проекта учащиеся анализируют свою работу, выделяют успехи и ошибки, формулируют выводы.

Заключение. Использование данных мониторинга выбросов загрязняющих веществ от промышленных предприятий в проектной деятельности способствует формированию экологической грамотности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мягкова, Ю. Я. Проектная деятельность учащихся и основные проблемы, возникающие при выполнении заданий / Ю. Я. Мягкова, Ю. А. Чуваев // Символ науки. – 2016. – № 12. – С. 232–235.

[К содержанию](#)

УДК 581.1

П. И. КОРЕНЬ

Минск, БГПУ имени Максима Танка

Научный руководитель – Ж. Э. Мазец, канд. биол. наук, доцент

ВЛИЯНИЕ СУЛЬФАТНОГО ЗАСОЛЕНИЯ НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ *TAGETES PATULA* L.

Актуальность. В XXI в. одной из актуальных проблем является засоление почв. В результате антропогенного воздействия, изменения климата, нерационального использования водных ресурсов увеличивается количество засоленных почв. Возникновение засоления связано с избыточным содержанием в почве различных анионов, которые оказывают отрицательное воздействие на процессы роста и развития растений [1, с. 56]. В последнее время в зимний период активно применяются антигололедные реагенты, которые приводят к засолению придорожных территорий, клумб, рабаток и других компонентов ландшафтного дизайна [2]. Изучение влияния засоления на процессы жизнедеятельности растений позволит выбирать наиболее солеустойчивые растения, способствовать созданию новых сортов цветочно-декоративных растений, расширить ассортимент используемых в урбанизированном ландшафте культур.

В литературных источниках имеются противоречивые данные о влиянии сульфатного засоления на ростовые процессы растений. В работах Ю. В. Даштоян с коллегами указано, что сульфатное засоление оказывает нейтральное или положительное влияние на корневую систему

пшеницы [3], а в работе А. А. Белозерова, Н. А. Боме – отрицательное [4]. Это показывает, что проблема сульфатного засоления изучена недостаточно и только на ограниченном числе культур.

Цель – изучить влияние сульфатного засоления на всхожесть и ростовые процессы растений *Tagetes patula* L. на ранних этапах прорастания.

Материалы и методы. Объектом исследования был выбран *Tagetes patula* L. – вид, который часто используется в ландшафтном дизайне и садоводстве.

Для проведения исследования нами был выбран сорт тагетеса отклоненного Мандарин. При проведении лабораторного эксперимента семена данного вида были помещены в модельную систему с разной степенью засоления. Для этого использовались 1-, 3-, 5 %-й растворы сульфата натрия, которые создавали соответственно низкую, среднюю и высокую степень засоления. Семена бархатцев выращивались по 30 штук в чашках Петри при комнатной температуре и при естественном освещении на протяжении 14 дней. Контролем (К) являлись семена, которые выращивались на дистиллированной воде, а опытные образцы помещались в растворы с разной степенью засоления. Повторность опыта трехкратная. Результаты опыта были обработаны с помощью пакета статистических программ Microsoft Excel.

Результаты исследований. В ходе проведения исследования было выявлено, что сульфатное засоление оказывает отрицательное влияние на всхожесть семян бархатцев. В 1 %-м растворе сульфата натрия наблюдается снижение всхожести семян на 60 % относительно контроля, а в 3- и 5 %-м – на 63,34 и 70 % соответственно (рисунок 1).

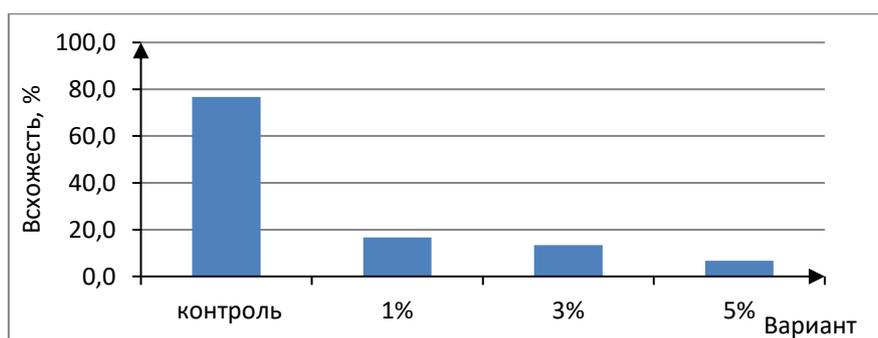


Рисунок 1 – Всхожесть семян бархатцев сорта Мандарин в условиях разной степени засоления

При анализе ростовых процессов было выявлено, что длина корней значительно уменьшается относительно контроля с увеличением степени засоления: в 1 %-м растворе на 62,5 %, а в 3- и 5 %-м – на 82,5 и 90 % соответственно (рисунок 2).

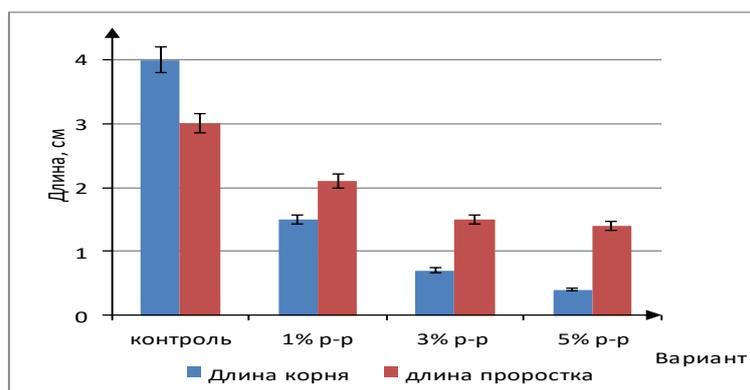


Рисунок 2 – Длина корней и проростков бархатцев сорта Мандарин при различной степени засоления на 14-й день прорастания

Длина проростков в 1 %-м растворе снижалась на 30 %, в 3- и 5 %-м – на 50 и 53,3 % соответственно относительно контроля. В результате анализа соотношения длины побега к длине корня мы видим, что при 1 %-м засолении соотношение длины побега к длине корня увеличилось в 1,9 раза, в 3- и 5 %-м – в 2,8 и 4,7 раза соответственно (таблица). Эти результаты позволяют сделать вывод, что корневая система сильнее подвержена сульфатному засолению по сравнению с надземной частью, так как находится непосредственно во взаимодействии с анионами.

Таблица – Соотношение длины побега к длине корня на 14-й день прорастания растений *Tagetes patula* L. сорта Мандарин

Вариант	Контроль	1 % Na ₂ SO ₄	3 % Na ₂ SO ₄	5 % Na ₂ SO ₄
Соотношение длины побега к длине корня	0,75	1,4	2,1	3,5

Заключение. Таким образом, в ходе исследования было установлено, что увеличение степени сульфатного засоления оказывает отрицательное влияние на всхожесть и ростовые процессы растений бархатцев на ранних этапах прорастания. При сульфатном засолении наблюдается торможение процессов роста как надземных, так и подземных органов *Tagetes patula* L. сорта Мандарин, но главным образом страдают корни.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чудинова, Л. А. Физиология устойчивости растений : учеб. пособие к спецкурсу / Л. А. Чудинова, Н. В. Орлова. – Пермь : Перм. гос. ун-т, 2006. – 124 с.
2. Рязанцев, Д. С. Антигололедные реагенты на основе экологически чистых материалов / Д. С. Рязанцев, А. А. Подгорный, П. А. Пирогов //

StudNet : науч.-образоват. журн. для студентов и преподавателей. – 2020. – № 12. – С. 1293–1306.

3. Даштоян, Ю. В. Влияние засоления на морфогенез проростков интрогрессивных линий мягкой пшеницы с генетическим материалом *Aegilops columnaris* / Ю. В. Даштоян, А. В. Калинин, В. В. Коробко // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. – 2023. – Т. 23, № 3. – С. 308–317.

4. Белозерова, А. А. Изучение реакции яровой пшеницы на засоление по изменчивости морфометрических параметров проростков / А. А. Белозерова, А. Н. Боме // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 12. – С. 300–306.

[К содержанию](#)

УДК 582.32

А. Г. КОТ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ БРИОФИТОВ СОСНЯКОВ ПРУЖАНСКОГО РАЙОНА

Актуальность. Мохообразные играют огромную роль в биосфере, оказывают влияние на природную среду, в том числе повышают влажность почвы, влияют на ее тепловой и газовый режим, физико-химические свойства, являются пионерами в процессе заселения растениями новых территорий, обеспечивают накопление органических веществ в почве и образование первичного гумуса [1; 2]. Мохообразные используют как интегральный показатель при оценке условий среды. Особенно важны редкие и реликтовые виды мхов для прослеживания процессов флорогенеза и проведения мониторинга, а также для прогнозной характеристики изменений биоценозов.

Цель – установить таксономический состав бриофитов некоторых лесных фитоценозов Пружанского района.

Материалы и методы. Полевые исследования проводились в 2023–2024 гг. Маршрутным методом обследованы лесные сообщества окрестностей д. Новые Засимовичи, д. Жадены и урочища Смуга Пружанского района, относящиеся к территории ГЛХУ «Пружанский лесхоз». Изученные сосняки мшистые относятся ко второму классу бонитета. В древесном ярусе основу составляет сосна обыкновенная и незначительную

примесь дает береза бородавчатая и дуб черешчатый. Осуществлена видовая идентификация по морфоанатомическим признакам бриофитов. Видовые названия приводятся по «Флора Беларуси. Мохообразные» [3; 4]. Проанализирован таксономический состав и особенности экологии бриофитов территории исследования. Подготовлена гербарная коллекция.

Результаты и обсуждение. В лесных сообществах окрестностей д. Новые Засимовичи, д. Жадены и урочища Смуга Пружанского района обнаружено 12 видов листостебельных мхов, которые относятся к 10 родам, 6 семействам, 5 порядкам. Основу напочвенного покрова образуют зеленые мхи (подкласс *Bryidae*). Один вид *Sphagnum squarrosum* Cromb. представляет подкласс *Sphagnidae*. Этот вид может поселяться на обедненных элементами территориях, что характерно для сосняков юго-запада Беларуси, отмечается как характерный вид для такого рода сообществ [5].

В видовом составе исследованной территории выявлены виды, типичные для сосняков Беларуси, что согласуется с данными Г. Ф. Рыковского [5], и встречаются в Беларуси часто и повсеместно для соответствующих условий [3].

Наиболее разнообразно на территории исследования представлено семейство *Hylocomiaceae* M. Fleisch., которое включает три рода *Rhytidiadelphus* (Lindb. ex Limpr.) Warnst., *Hylocomium* Bruch et al., *Pleurozium* Mitt. с одним видом каждый.

Семейство *Hypnaceae* Schimp. включает роды *Hypnum* Hedw. и *Ptilium* De Not. с одним видом каждый. Семейство *Mniaceae* Schwägr. представлено родом *Plagiomnium* T. Kop. (2 вида), *Dicranaceae* Schimp – *Dicranum* Herdw. (2 вида). Семейства *Polytrichaceae* Schwägr., *Brachytheciaceae* Schimp., *Sphagnaceae* Dumort. представлены одним родом (*Polytrichum* Hedw., *Brachythecium* Schimp., *Sphagnum* L. соответственно) и одним видом каждое.

Виды *Hylocomium splendens* (Hedw.) Schimp. и *Pleurozium schreberi* (Willd. ex Brid.) Mitt. формируют основу напочвенного покрова в исследованных сообществах и выступают в качестве бриовиолентов. Стратегия типичного бриопациента экотопического характера для вида *Hypnum cupressiforme* Hedw. Остальные девять видов можно оценить как бриопациентов ценологических. Группа эксплерентов не выявлена.

Заключение. Основу напочвенного покрова сосняков исследованных территорий Пружанского района образуют 12 видов листостебельных мхов, характерных для сосняков мшистых Беларуси.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дударева, Н. В. Бриофлора Восточного Присаянья: Иркутская область : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.05 / Дударева Надежда Викторовна. – Новосибирск, 2006. – 17 с.

2. Масловский, О. М. Динамика бриофлоры Беларуси / О. М. Масловский // Бриология: традиции и современность. – СПб., 2010. – С. 100–104.

3. Рыковский, Г. Ф. Флора Беларуси. Мохообразные : в 2 т. / Г. Ф. Рыковский, О. М. Масловский ; под ред. В. И. Парфенова. – Минск : Тэхналогія, 2004–2009. – Т. 1 : Andreaeopsida – Bryopsida. – 2004. – 437 с.

4. Рыковский, Г. Ф. Флора Беларуси. Мохообразные : в 2 т. / Г. Ф. Рыковский, О. М. Масловский ; под ред. В. И. Парфенова. – Минск : Беларус. навука, 2004–2009. – Т. 2 : Hepaticopsida – Sphagnopsida. – 2009. – 213 с.

5. Мохообразные Национального парка «Припятский» (эволюционный аспект, таксономия, экология, география, жизненные стратегии) / Г. Ф. Рыковский, Ж. М. Петрикова, Т. Н. Клакоцкая, А. В. Углынец ; под ред. В. И. Парфенова. – Минск : Беларус. Дом печати, 2010. – 160 с.

[К содержанию](#)

УДК 631.453:632.122

А. А. КРОТ, Е. А. КОБЯТКО

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРА РОСТА «МАЛЬТАМИН» НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРЕСС-САЛАТА В УСЛОВИЯХ УГЛЕВОДОРОДНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ

Актуальность. С прогрессивным ростом урбанизации, расширением производственной и сельскохозяйственной деятельности, транспортных сетей и других коммуникаций негативные последствия для окружающей среды становятся все более ощутимыми. Очень серьезной экологической проблемой на этом фоне выступает загрязнение природных экосистем.

Нефтепродукты входят в список приоритетных химических загрязнителей среды. Нефтяное загрязнение выделяют в отдельный вид из-за того, что нефть имеет очень сложный состав (сотни различных соединений углеводородов) [1]. Почва в первую очередь страдает от подобного загрязнения в связи с тем, что интоксикация почвы нефтепродуктами приводит к изменению практически всех ее свойств (физических, биохимических и микробиологических), нарушает структуру почвенного покрова, вызывает практически полную депрессию функциональной активности растений и почвенных организмов, даже в относительно небольших дозах [2].

Цель – изучить влияние регулятора роста «Мальтамин» на морфометрические показатели проростков *Lepidium sativum* L. в условиях углеводородного загрязнения.

Материалы и методы. В качестве почвенной добавки для реабилитации техногенно загрязненных почв мы использовали регулятор роста «Мальтамин», действующим веществом которого является комплекс органических веществ, представленных биологически активными природными соединениями: меланоидинами, низкомолекулярными органическими кислотами, аминокислотами и пектинами. Препарат готовили согласно прилагаемой инструкции, а содержание действующего вещества в приготовленном препарате принимали за исходную дозу (1,0). Также использовали сниженную и повышенную дозу препарата от исходной (0,5 и 1,5).

В качестве контроля мы использовали почву культурного агрозема. К навескам данной почвы мы добавляли отработанное моторное масло и бензин АИ-92 таким образом, чтобы доза поллютанта составляла 5 % в общем объеме почвенной навески. Почвенные образцы тщательно перемешивали, обеспечивая равномерное распределение загрязнителя по всей почвенной навеске.

Подготовленные почвенные образцы размещали в пластиковые контейнеры 22 × 15 × 5 см и приливали раствор мальтамина в соответствующей концентрации или водопроводную отстоявшуюся воду. Объем приливаемой жидкости составил 50 мл. Почвенную пластинку закрывали двойным слоем фильтровальной бумаги и высевали по 50 семян тест-культуры. Проращивание проводили в термостате при постоянной температуре 20 °С. В качестве регистрируемых показателей учитывали длину стеблей и корней проростков. Регистрацию показателей проводили на пятый день эксперимента.

Результаты исследований. Выявлено, что присутствие в почве углеводов вне зависимости от их природы оказывало выраженное токсическое действие на регистрируемые показатели тест-культуры. Так, если в условиях отсутствия загрязнения средняя длина надземной части проростков кресс-салата составила $29,72 \pm 1,0$ мм, то в условиях загрязнения почвы отработанным моторным маслом этот показатель снижался на 35,3 %. В присутствии бензина средняя длина побегов была $18,14 \pm 0,48$ мм, что было ниже значений в контроле на 39,0 %.

Углеводородное загрязнение также оказывало негативное влияние и на показатель длины корня проростков. Средняя длина корней в загрязненных почвах составила $41,86 \pm 1,28$ мм и $37,14 \pm 1,23$ мм в вариантах с бензином и отработанным моторным маслом соответственно, тогда как в варианте без загрязнения средняя длина корней составила $47,82 \pm 1,92$ мм.

Более значительное воздействие бензина может быть объяснено его составом, включающим более легкие фракции, которые способны к более интенсивной миграции в значительных количествах и обладают более токсическим действием, тогда как моторное масло отличается повышенной вязкостью и меньшей подвижностью, что имеет значение в указанных условиях проведения эксперимента.

Использование препарата «Мальтамин» для преодоления углеводородного стресса у тест-культуры выявило его целесообразность в отношении длины стебля. При этом если в вариантах с бензином выявить зависимость изменения фитотоксического эффекта от концентрации препарата выявить не удалось, то в случае загрязнения почвы отработанным моторным маслом установлено более эффективное действие растворов с меньшей дозой комплекса действующих веществ препарата (таблица 1). Так, если внесение в загрязненную моторным маслом почву 1,5 дозы препарата от исходной способствовало увеличению средней длины проростков на 9,6 % относительно загрязненного контроля, то в варианте с дозой 0,5 от исходной увеличение было наибольшим – +20,2 %.

Таблица 1 – Длина стеблей проростков *Lepidium sativum* L. в условиях углеводородного загрязнения, мм

Вид загрязнения	Доза препарата «Мальтамин»			
	–	0,5	1,0	1,5
Масло	19,22	23,10	21,59	21,06
Бензин	18,14	18,79	21,23	13,68

Применение препарата «Мальтамин» оказывало неоднозначное влияние на формирование корней проростков кресс-салата в условиях углеводородного загрязнения различного состава. Так, выявлено однозначное положительное влияние препарата на формирование надземной части проростков в условиях загрязнения отработанным моторным маслом (таблица 2). При этом следует отметить положительную корреляционную связь показателя с применяемой дозой препарата. Так, если в варианте с минимальной дозой Мальтамина отмечается незначительное снижение средней длины корней проростков тест-культуры на 1,6 %, то при увеличении дозы препарата уже отмечается прирост показателя на 6,63 и 11,03 % соответственно для вариантов с дозой препарата 1,0 и 1,5.

Таблица 2 – Длина корней проростков *Lepidium sativum* L. в условиях углеводородного загрязнения, мм

Вид загрязнения	Доза препарата «Мальтамин»			
	–	0,5	1,0	1,5
Масло	36,78	36,20	39,22	40,84
Бензин	41,86	23,04	37,66	19,52

Заключение. В результате проведенной работы установлена положительная ремедиационная роль препарата «Мальтамин» в условиях загрязнения почвы отработанным моторным маслом. В условиях загрязнения почвы бензином использование мальтамина нецелесообразно ввиду неоднозначного влияния на показатель длины стеблей и усиления ингибирования роста корневой системы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ежелев, З. С. Свойства и режимы рекультивированных после разливов нефти почв Усинского района Республики Коми : дис. ... канд. техн. наук : 06.01.03 / Ежелев Захар Сергеевич. – М., 2015. – 142 л.
2. Назаров, А. В. Влияние нефтяного загрязнения почвы на растения / А. В. Назаров // Вестник Пермского университета. – 2007. – Вып. 5 (10). – С. 134–140.

[К содержанию](#)

УДК 595.762.12

К. В. КУЛЕШ

Минск, БГУ

Научный руководитель – Ж. Е. Мелешко, канд. биол. наук, доцент

К ВИДОВОМУ СОСТАВУ ЖУЖЕЛИЦ (*CARABIDAE*) МИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Актуальность. Жужелицы (*Carabidae* Latreille, 1802) – одно из самых многочисленных семейств жуков. Число видов мировой фауны, по разным оценкам, колеблется от 25 000 до 50 000 и с открытием новых видов ежегодно возрастает. Изучение этой группы крайне важно, ведь, кроме необходимости изучения биоразнообразия нашей страны, жужелицы, благодаря своей многочисленности и огромному видовому разнообразию, играют очень важную роль в функционировании как сообществ почвенных беспозвоночных, так и наземных экосистем. Имаго и личинки большинства из них являются хищниками, регулирующими численность различных беспозвоночных животных. Часть видов со смешанным типом питания, а также немногочисленные в семействе фитофаги способны серьезно вредить на посевах сельскохозяйственных культур [1]. В Беларуси на данный момент насчитывается 337 видов [2]. В Красной книге Республики Беларусь насчитывается 12 видов жужелиц, которым грозит исчезновение [3].

Цель – изучение видового состава и структуры сообщества жуужелиц Вилейского и Воложинского районов Минской области.

Материалы и методы. Для исследования жуужелиц проводился ручной сбор материала, сбор с помощью почвенных ловушек Барбера, монтирование и определение материала с использованием бинокулярного микроскопа. Идентификация насекомых до вида велась по определителю насекомых Европейской части СССР [4], для выяснения уровня доминирования в исследованном районе применяли шкалу М. Д. Энгельмана. Сбор материала осуществлялся в Минской области: на территории Вилейского района с 26.06.2022 по 29.08.2025 на пяти стационарах (окрестности д. Подкленье, г. Осиповичи, г. Вилейки, д. Сосенка, аг. Илья); на территории Воложинского района с 01.07.2023 по 21.07.2023 обследовано четыре стационара (пшеничное поле окрестности д. Калдыки, ельник зеленомошный, сосняк черничный, край закустаренной поймы р. Западная Березина).

Результаты исследований. В ходе выполнения данной работы было зафиксировано 365 особей, принадлежащих к 3 подсемействам, 4 надтрибам, 7 трибам и 19 видам жуужелиц.

Анализ трофической специализации собранных видов выявил, что их можно разделить на пять групп: 1) зоофаги-хищники, которые убивают и поедают добычу сразу, на долю которых приходится подавляющее большинство зарегистрированных видов (78,9 %): *Carabus cancellatus* (Illiger, 1798), *C. coriaceus* (Linnaeus, 1758), *C. hortensis* (Linnaeus, 1758), *Loricera pilicornis* (Fabricius, 1775), *Poecilus lepidus* (Leske, 1785), *P. punctulatus* (Schaller, 1783), *Pterostichus niger* (Schaller, 1783), *Calatus fuscipes* (Goeze, 1777), *Harpalus rufipes* (DeGeer, 1774), *Agonum lugens* (Duftschmid, 1812), *A. sexpunctatum* (Linnaeus, 1758), *Bembidion striatum* (Fabricius, 1792), *B. bipunctatum* (Linnaeus, 1761), *Lebia cruxminor* (Linnaeus, 1758); 2) зоофаги-афидофаги – в рационе преобладает тля: *Poecilus versicolor* (Sturm, 1824); 3) зоофаги-сапрофаги – способны на хищничество, а также потребляют мертвых животных и их остатки: *Calatus melanocephalus* (Linnaeus, 1758); 4) фитофаги – питаются растительной пищей: *Harpalus affinis* (Schrank, 1781); 5) полузоофаги – способны питаться семенами растений и мелкими беспозвоночными: *H. smaragdinus* (Duftschmid, 1812).

В Воложинском районе зафиксировано 189 особей, относящихся к 18 видам. Доминантными видами оказались *Harpalus rufipes*, численность которого составляет 25,9 % от общей, *Poecilus punctulatus* – 16,9 % и *Pterostichus niger* – 21,2 %. Выделен один субдоминантный вид *Carabus cancellatus*, численность которого составляет 9,5 %, такие виды, как *Carabus coriaceus* (6,4 %), *Calatus fuscipes* (4,2 %), *Calatus melanocephalus* (3,2 %), *Harpalus affinis* (3,7 %), относятся к малочисленным

видам. По трофической специализации большинство видов относится к группе зоофагов. В ельнике зеленомошном зафиксировано пять видов, наибольшее количество особей принадлежит виду *Harpalus rufipes* (25 экземпляров). Небольшим числом особей собраны виды *Calatus melanocephalus*, *Carabus coriaceus*, *C. hortensis* и *Loricera pilicornis*. На пшеничном поле обнаружено три вида: доминантный вид *Poecilus punctulatus*, также зафиксированы вид *Calatus fuscipes* (8 экземпляров) и единичный экземпляр *Poecilus lepidus*. На краю закустаренной поймы р. Западная Березина, как и ожидалось, были зафиксированы виды, живущие на влажных почвах: *Bembidion striatum* – 4 экземпляра, *Agonum sexpunctatum* – 1 экземпляр, *Agonum lugens* – 1 экземпляр. Также зафиксировано 2 особи *Bembidion bipunctatum* и 28 особей *Pterostichus niger*. Такие виды, как *Agonum lugens*, *Agonum sexpunctatum*, обнаружены лишь в одном экземпляре, так как эти особи живут преимущественно на влажной почве и вблизи водоемов. Данное наблюдение может быть связано с тем, что ловушки в закустаренной пойме р. Западная Березина были установлены в период дождей и периодически становились непригодными для работы.

В Вилейском районе зафиксировано 176 особей, принадлежащих к 13 видам. Эудоминантным видом является *Poecilus punctulatus* (55,1 %), доминантным видом является *Calatus fuscipes* (15,9 %), субдоминантных два вида – *Pterostichus niger* (7,9 %) и *Harpalus rufipes* (7,4 %). К малочисленным видам относится *Carabus cancellatus* – 5,6 %. На долю остальных видов приходится от 0,6 до 2,4 %, что позволяет отнести их к редким видам. В изученных биотопах наибольшее число видов зафиксировано в смешанном лесу (5), в остальных биотопах зафиксировано по четыре вида. *Poecilus punctulatus* является доминантным видом и встречался во всех изучаемых биотопах, кроме смешанного леса. В смешанном лесу преобладали *Pterostichus niger* и *Harpalus rufipes*. Обнаружены также *Calatus melanocephalus*, *Carabus cancellatus* и *C. coriaceus*. В биотопе сосняк мшистый преобладали такие виды, как *Poecilus punctulatus* и *Harpalus smaragdinus*. Малочисленны виды *Harpalus affinis* и *Loricera pilicornis*. На поле под паром зафиксированы доминантные для данного района *Poecilus punctulatus* и *Calatus fuscipes*. Малочисленны виды *Poecilus versicolor* и *Poecilus lepidus*. В сосняке черничном, кроме преобладающего вида *Poecilus punctulatus* (48 экземпляров), зафиксированы *Calatus fuscipes*, *Harpalus rufipes* и *Lebia cruxminor*.

Заключение. За период исследования на изучаемой территории было зафиксировано 19 видов, принадлежащих к трем подсемействам (*Carabinae*, *Trechinae*, *Platyninae*). Виды *Carabus hortensis*, *Harpalus latus*, *Bembidion bipunctatum*, *Bembidion striatum*, *Agonum sexpunctatum*, *Agonum*

lugens найдены только в Воложинском районе, вид *Lebia cruxminor* найден только в Вилейском районе. В обоих районах исследования зафиксированы краснокнижные виды *Carabus cancellatus* и *Carabus coriaceus*, которые принадлежат к 4-й категории охраны. Полученные результаты не отражают всего видового состава *Carabidae* исследуемой территории и требуют дальнейшего изучения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Крыжановский, О. Л. Жуки подотряда Adephaga: семейства Rhysodidae, Trachypachidae, Carabidae / О. Л. Крыжановский // Фауна СССР. Жесткокрылые. Т. 1. Вып. 2. – Ленинград, 1983. – 341 с.

2. The Check-list of Belarus Coleoptera / O. Aleksandrowicz, A. Pisanenko, S. Ryndevich, S. Saluk. – Słupsku, 2023. – 190 p.

3. Красная книга Республики Беларусь: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных / гл. редакция: Г. П. Пашков (гл. ред.) [и др.] ; гл. редкол.: Л. И. Хоружик (пред.) [и др.]. – Минск : Беларус. энцыкл., 2004. – 320 с.

4. Определитель насекомых Европейской части СССР. Т. 2. Жесткокрылые и веерокрылые / под общ. ред. чл.-кор. Г. Я. Бей-Биенко. – М. ; Ленинград : Наука, 1965. – 668 с.

[К содержанию](#)

УДК 595.794

Д. О. КУНДА

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ НАЗЕМНЫХ ЖЕСТКОКРЫЛЫХ УРБООКОСИСТЕМ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ГОРОДА БРЕСТА

Актуальность. Актуальность изучения наземных жесткокрылых диктуется их обилием и важной ролью в биоценозах, чуткостью к изменениям природных режимов, отрывочностью сведений по экологии и фенологии, малой изученностью их фауны на территории г. Бреста и его окрестностей [1]. Также актуальность исследования жесткокрылых состоит в их важной роли в природных экосистемах, угрозе вымирания некоторых видов и значении в пищевой и экономической сфере [1]. Они играют важную функциональную роль в цепях питания, имеют индикаторное значение для оценки степени антропогенной нарушенности

экосистем [2]. Эти насекомые играют важную экологическую роль, так как являются опылителями и плотоядными насекомыми, которые контролируют популяции вредных насекомых. Они также являются пищей для других животных – от птиц и ящериц до млекопитающих. Некоторые виды являются вредителями сельскохозяйственных культур и лесных насаждений. Жесткокрылые имеют большое значение для науки и медицины. Они являются объектом исследования для различных научных областей, включая экологию, этологию и генетику, служат моделями для изучения многих биологических процессов и механизмов, таких как иммунитет, рост и развитие [1]. Видовой состав, а также особенности пространственного распределения жесткокрылых г. Бреста к настоящему времени изучены еще недостаточно полно [3].

Цель работы – изучение видовой состава и особенностей распространения наземных жесткокрылых урбэко систем западной части г. Бреста. Исходя из поставленной цели, нами определены следующие задачи: 1) выявить видовой состав, таксономическую структуру наземных жесткокрылых на территории западной части г. Бреста; 2) произвести количественный учет жесткокрылых в данных биотопах западной части г. Бреста; 3) установить фоновые, массовые, локальные, редкие виды наземных жесткокрылых на исследуемой территории.

Материалы и методы. Отлов производился методом ручного сбора, с помощью сачка, затем собранные образцы фиксировались с помощью паров диэтилового эфира и монтировались в коллекцию, после чего осуществляли определение их видовой принадлежности [4]. При этом использовали определители видов, в том числе и электронные [5; 6]. Характеристика мест сбора жесткокрылых:

1) экологическая тропа «Дорога жизни» – луговое сообщество (место сбора № 1);

2) КСМ, Тельмовский лес – лесные (сосняк, смешанный лес) и луговые сообщества (место сбора № 2).

Результаты исследования. Видовой состав и места обитания наземных жесткокрылых западной части г. Бреста представлены в таблице.

Таблица – Места обитания наземных жесткокрылых

Видовой состав и места обитания	Численность особей, шт.
КСМ, Тельмовский лес	
Семейство <i>Scarabaeidae</i>	
<i>Cetonia aurata</i> (Linnaeus, 1758) (Золотистая бронзовка)	3
<i>Anomala dubia</i> (Scopoli, 1763) (Хрущик полевой)	8

Продолжение таблицы

Семейство <i>Coccinellidae</i>	
<i>Harmonia axyridis</i> (Pallas, 1773) (Гармония изменчивая)	2
<i>Coccinella septempunctata</i> (Linnaeus, 1758) (Семиточечная коровка)	5
Семейство <i>Cantharidae</i>	
<i>Rhagonycha fulva</i> (Scopoli, 1763) (Рыжая мягкотелка)	12
Семейство <i>Cerambycidae</i>	
<i>Paracorymbia maculicornis</i> (DeGeer, 1775) (Пятнистоусая лептура)	1
Семейство <i>Cleridae</i>	
<i>Trichodes apiarius</i> (Linnaeus, 1758) (Пестряк пчелиный)	2
Семейство <i>Chrysomelidae</i>	
<i>Agelastica alni</i> (Linnaeus, 1758) (Листоед ольховый)	4
<i>Chrysolina herbacea</i> (Duftschmid, 1825) (Листоед зеленый мятный)	3
<i>Chrysomela populi</i> (Linnaeus, 1758) (Краснокрылый тополевый листоед)	46
Семейство <i>Tenebrionidae</i>	
<i>Tenebrio molitor</i> (Linnaeus, 1758) (Большой мучной хрущак)	1
Экологическая тропа «Дорога жизни»	
Семейство <i>Scarabaeidae</i>	
<i>Amphimallon solstitiale</i> (Linnaeus, 1758) (Нехрущ июньский)	1
Семейство <i>Coccinellidae</i>	
<i>Harmonia axyridis</i> (Pallas, 1773) (Гармония изменчивая)	13
<i>Coccinella septempunctata</i> (Linnaeus, 1758) (Семиточечная коровка)	36
Семейство <i>Cantharidae</i>	
<i>Rhagonycha fulva</i> (Scopoli, 1763) (Рыжая мягкотелка)	8
Семейство <i>Cerambycidae</i>	
<i>Strangalia attenuate</i> (Linnaeus, 1758) (Незатейливая странгалия)	1
Семейство <i>Cerambycidae</i>	
<i>Trichodes apiarius</i> (Linnaeus, 1758) (Пестряк пчелиный)	4
Семейство <i>Chrysomelidae</i>	
<i>Agelastica alni</i> (Linnaeus, 1758) (Листоед ольховый)	2
<i>Chrysolina herbacea</i> (Duftschmid, 1825) (Листоед зеленый мятный)	3
<i>Chrysomela populi</i> (Linnaeus, 1758) (Краснокрылый тополевый листоед)	10
Семейство <i>Tenebrionidae</i>	
<i>Tenebrio molitor</i> (Linnaeus, 1758) (Большой мучной хрущак)	1
Семейство <i>Curculio</i>	
<i>Curculionidae</i> (Latreille, 1802) (Долгоносики)	1

В западной части г. Бреста всего нами было обнаружено 14 видов, но с разным количеством особей, принадлежащих восьми различным семействам.

Наиболее многочисленными видами в месте сбора №1 являлись *Coccinella septempunctata*, *Harmonia axyridis*, *Chrysomela populi*. Единичными особями были представлены следующие виды: *Amphimallon solstitiale*, *Strangalia attenuate*, *Tenebrio molitor*.

Наиболее многочисленными видами в месте сбора № 2 являлись *Chrysomela populi*, *Rhagoxycha fulva*, *Anomala dubia*. Единичными особями были представлены следующие виды: *Paracorymbia maculicornis*, *Tenebrio molitor*.

Заключение. Таким образом, в биотопах западной части г. Бреста пока было обнаружено 14 видов наземных жесткокрылых, относящихся к восьми семействам. Необходимо продолжать исследования видового состава этой группы насекомых с целью сохранения разнообразия представителей этого таксона для поддержания биологического равновесия в биосфере.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фауна и экология жесткокрылых Белоруссии : сб. ст. / Ин-т зоологии АН БССР, Белорус. отд-ние Всесоюз. энтомол. о-ва ; ред. И. К. Лопатин, Э. И. Хотько. – Минск : Наука 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. Солодовников, И. А. Новые и редкие виды жесткокрылых (Coleoptera) для Белорусского Поозерья и Республики Беларусь. Ч. 6 // Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя П. М. Машэрава. – 2016. – № 4 (93). – С. 53–67.

4. Денисова, С. И. Полевая практика по экологии / С. И. Денисова. – Минск : Універсітэцкае, 1999. – 119 с.

5. Каталог жесткокрылых (Coleoptera, Insecta) Беларуси / О. Р. Александрович, И. К. Лопатин, А. Д. Писаненко [и др.] ; Фонд фундам. исслед. Респ. Беларусь. – Минск : ФФИ РБ, 1996. – 103 с.

6. Хотько, Э. И. Определитель жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) / Э. И. Хотько. – Минск : Наука и техника, 1978. – 85 с.

[К содержанию](#)

УДК 581.9(282.5)(476.7-25)

Е. А. ЛАЗЬКО

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – М. В. Левковская, старший преподаватель

СТРУКТУРА ФЛОРЫ МАКРОФИТОВ ВОДНЫХ КАНАЛОВ ОКРЕСТНОСТЕЙ БРЕСТСКОЙ КРЕПОСТИ

Актуальность. Макрофиты являются важным компонентом водных экосистем, обитая в воде и прибрежной зоне. Характеристики сообществ макрофитов используются для оценки трофического статуса водоемов и различных видов антропогенного воздействия [5].

Цель – установить структуру флоры макрофитов водных каналов в окрестностях Брестской крепости.

Материалы и методы. В течение вегетационного сезона 2024 г. проводили изучение состава флоры макрофитов трех водных каналов, расположенных в окрестностях Брестской крепости в районе, который ранее называли Замухавечье. По результатам полевых исследований был проведен таксономический, экологический и биологический анализ [1–3; 7–9]. Для сравнения данных о степени флористического сходства каналов был рассчитан коэффициент Жаккара [4].

Результаты исследований. Актуальный систематический список зарегистрированных водных и прибрежных сосудистых растений в исследованных каналах включает 28 видов, относящихся к 19 семействам четырех классов отделов *Equisetophyta*, *Polypodiophyta*, *Magnoliophyta*.

Отделы *Equisetophyta* и *Polypodiophyta* представлены классами *Equisetopsida* и *Polypodiopsida*, каждый из которых включает по одному семейству. В составе семейства *Equisetaceae* зарегистрирован вид *Equisetum palustre* L., семейства *Salviniaceae* – *Salvinia natans* (L.) All.

Salvinia natans (IV категория национального природоохранного значения) – однолетний водный папоротник с горизонтальным стеблем и листьями, собранными в мутовки. Два плавающих листа эллиптической формы, третий лист погружен в воду, рассечен на нитевидные доли и похож на корень [6; 7].

Отдел *Magnoliophyta* включает представителей сосудистых растений классов *Magnoliopsida* и *Liliopsida*. Наиболее многочисленны семейства *Lamiaceae* (4 вида) и *Poaceae* (3 вида). Семейства *Polygonaceae*, *Primulaceae* класса *Magnoliopsida*, семейства *Hydrocharitaceae*, *Cyperaceae* класса *Liliopsida* включают два вида; семейства *Ceratophyllaceae*, *Rosaceae*,

Lythraceae, *Onagraceae*, *Rubiaceae*, *Convolvulaceae*, *Butomaceae*, *Potamogetonaceae*, *Iridaceae*, *Lemnaceae* и *Typhaceae* – по одному виду.

В биологическом спектре жизненных форм по К. Раункиеру доля криптофитов составила 64,29 % (18 видов), гемикриптофитов – 28,57 % (8 видов) и терофитов – 7,14 % (2 вида).

Среди выявленных криптофитов, у которых почки возобновления располагаются под землей, на дне водоемов, гидрофитами являются 7 видов (38,89 %), геофитами – 6 видов (33,33 %) и гелофитами – 5 видов (27,78 %). К гемикриптофитам относятся *Lysimachia vulgaris* L., *Lythrum salicaria* L., *Lycopus europaeus* L., *Scutellaria galericulata* L. и др.

По классификации водных, воздушных и околоводных растений, разработанной Г. С. Гигевич с соавторами [2], из 28 зарегистрированных видов 16 видов относятся к гигрофитам, 12 видов – к гидрофитам.

Группа гигрофитов представлена среднерослыми и высокорослыми гигрогелофитами (11 видов), эугигрофитами (5 видов). К типичным гигрогелофитам относятся *Glyceria fluitans* R. Br., *Iris pseudacorus* L., *Epilobium palustre* L., *Lythrum salicaria* L., *Stachys palustris* L. и др., к эугигрофитам – *Lycopus europaeus* L., *Lysimachia vulgaris* L., *Mentha aquatica* L., *Rumex hydrolapathum* Huds., *Scutellaria galericulata* L.

В составе гидрофитов выделяют аэрогидрофиты среднерослые и высокорослые (5 видов), плейстогидрофиты неукореняющиеся (3 вида), эугидрофиты, полностью погруженные в воду, неукореняющиеся, а также с воздушными генеративными органами, укореняющиеся (4 вида).

К высокорослым аэрогидрофитам относятся *Phragmites communis* Trin. и *Typha angustifolia* L., к среднерослым аэрогидрофитам – *Butomus umbellatus* L., р. *Carex*. Плейстогидрофиты (*Hydrocharis morsus-ranae* L., *Lemna minor* L., *Salvinia natans* (L.) All.) не укоренены в грунте и свободно плавают на поверхности воды. Эугидрофитами, которые не закреплены на дне, являются *Ceratophyllum demersum* L. и *Stratiotes aloides* L., укореняющимися эугидрофитами с воздушными генеративными органами – *Potamogeton lucens* L., *Hottonia palustris* L.

По отношению к свету экологические группы макрофитов водных каналов исследованной территории представлены светолюбивыми (15 видов) и теневыносливыми (13 видов) растениями. Преобладают гелиофиты (53,57 %). По отношению к трофности среды доминируют мезотрофы – 18 видов (64,29 %), которые произрастают в условиях умеренного содержания питательных веществ. Мегатрофы насчитывают 8 видов (28,57 %), олиготрофы – 2 вида (7,14 %).

В период проведения исследований 18 видов растений находились в фенофазе цветения.

В составе флоры макрофитов каналов 1–3 зарегистрировано 26, 26 и 16 видов соответственно. Коэффициент Жаккара трех исследованных каналов имеет следующие значения: $K_{1,2} = 0,79$, $K_{2,3} = 0,56$, $K_{1,3} = 0,56$. Высокая степень флористического сходства характерна для сравниваемых каналов 1 и 2 с общим количеством видов 23. Для каналов 1 и 3, 2 и 3 выявлена более низкая степень сходства (количество общих видов – 15).

Заключение. В составе флоры водных каналов в окрестностях Брестской крепости было выявлено 28 видов макрофитов, которые относятся к 27 родам, 19 семействам, четырем классам трех отделов. Доминирующими по количеству видов являются семейства *Lamiaceae* и *Poaceae*. Среди выявленных экологических групп по отношению к свету и трофности среды преобладают гелиофиты (15 видов) и мезотрофы (18 видов).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Булохов, А. Д. Экологическая оценка среды методами фитоиндикации / А. Д. Булохов. – Брянск : Изд-во БГПУ, 1996. – 104 с.
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. – Минск : БГУ, 2001. – 231 с.
3. Горышина, Т. К. Экология растений / Т. К. Горышина. – М. : Высш. шк., 1979. – 368 с.
4. Зайцев, Г. Н. Математический анализ биологических данных / Г. Н. Зайцев. – М. : Наука, 1991. – 84 с.
5. Зуева, Н. В. Оценка экологического состояния малых рек северо-запада России на основе структурных характеристик сообществ макрофитов: на примере Ленинградской области : дис. ... канд. геогр. наук : 25.00.36 / Зуева Надежда Викторовна ; Рос. гос. гидрометеорол. ун-т. – СПб., 2007. – 203 л.
6. Красная книга Республики Беларусь. Растения: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / редкол.: И. М. Качановский [и др.]. – 4-е изд. – Минск : Беларус. Энцыкл. імя П. Броўкі, 2015. – 448 с.
7. Определитель высших растений Беларуси / под ред. В. И. Парфенова. – Минск : Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.
8. Парфенов, В. И. Биологическое разнообразие растительного и животного мира Беларуси : курс лекций : в 2 ч. / В. И. Парфенов, Л. С. Цвирко. – Мозырь : МГПУ им. И. П. Шамякина, 2008. – Ч. 1 : Флора и растительность Беларуси. – 98 с.
9. Федорук, А. Т. Ботаническая география. Полевая практика / А. Т. Федорук. – Минск : Изд-во БГУ, 1976. – 224 с.

[К содержанию](#)

УДК 595.768

С. С. ЛАПЦЕВИЧ

Минск, БГУ

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

АНТОФИЛЬНЫЕ ЖЕСТКОКРЫЛЫЕ ФАУНЫ ЦЕНТРАЛЬНОЙ БЕЛАРУСИ

Актуальность. Антофильные жесткокрылые представляют собой особую группу насекомых, непосредственно связанную с цветками покрытосеменных растений. Это заключается в том, что при питании на цветках растений жесткокрылыми осуществляется перенос пыльцевых зерен, что способствует семенному размножению цветковых растений. В соответствии с этим данная группа насекомых может рассматриваться в качестве опылителей, участвующих в поддержании биоразнообразия и устойчивости природных сообществ. Более того, изучение видового состава жесткокрылых-антофилов в Беларуси обеспечивает понимание их роли в локальных экосистемах. Все вышеупомянутые аспекты обуславливают актуальность выбранной темы.

Цель – изучение видового состава, экологических особенностей и распространения антофильных жесткокрылых на территории Центральной Беларуси, а также оценка их роли в экосистемах как опылителей.

Материалы и методы. В рамках исследования были использованы данные, полученные в период 2023–2024 гг. Сбор материала выполнялся в окрестностях г. Минска и Минской области (г. Слуцк, г. Заславль, аг. Щомыслицы, д. Замостяны, д. Калдыки, д. Филиинята, пос. Нарочь). В результате полевых работ было собрано 223 экземпляра жесткокрылых, принадлежащих к пяти семействам: пластинчатоусые (*Scarabaeidae*), усачи (*Cerambycidae*), горбатки (*Mordellidae*), мягкотелки (*Cantharidae*), блестянки (*Nitidulidae*). Сбор антофильных жесткокрылых осуществлялся пинцетом непосредственно с цветущего растения в индивидуальную пробирку со спиртом. Подсчет пыльцевых зерен проводился стандартной методикой анализа пыльцевого груза с использованием камеры Горяева [3, с. 8]. Для идентификации таксономической принадлежности пыльцевых зерен были использованы палинологические базы данных [3, с. 10; 4].

Результаты исследований. Видовой состав антофильных жесткокрылых, рассмотренных в рамках данного исследования, представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Видовой состав антофильных жесткокрылых

№ п/п	Вид	Семейство
1	Бронзовка металлическая (<i>Potosia cuprea metallica</i> Herbst, 1782)	Пластинчатоусые (Scarabaeidae)
2	Бронзовка золотистая (<i>Cetonia aurata</i> Linnaeus, 1761)	
3	Бронзовка вонючая (<i>Oxythyrea funesta</i> Poda, 1761)	
4	Восковик перевязанный (<i>Trichius fasciatus</i> Linnaeus, 1758)	
5	Усач мускусный (<i>Aromia moschata</i> Linnaeus, 1758)	Усачи (Cerambycidae)
6	Лептура перевязанная (<i>Leptura bifasciata</i> Muller, 1776)	
7	Лептура чернозадая (<i>Leptura melanura</i> Linnaeus, 1758)	
8	Лептура пятнистоусая (<i>Anoplodera maculicornis</i> Degeer, 1775)	
9	Странгалия незатейливая (<i>Strangalia attenuata</i> Linnaeus, 1758)	
10	<i>Variimorda basalis</i> Costa, 1854	Горбатки (Mordellidae)
11	<i>Mordella holomelaena</i> Apfelbeck, 1914	
12	Рыжая мягкотелка (<i>Rhagonycha fulva</i> Scopoli, 1763)	Мягкотелки (Cantharidae)
13	<i>Epuraea</i> sp.	Блестянки (Nitidulidae)
14	<i>Meligethes</i> sp.	

По результатам пыльцевого анализа определено количество пыльцевых зерен, закрепившихся на теле отдельной особи антофильного жесткокрылого.

На основании полученных данных было рассчитано среднее количество пыльцевого груза на один экземпляр жесткокрылого для каждого исследуемого семейства растений. Наибольшие показатели объема пыльцевого груза, переносимого посетителями цветковых растений, характерны для представителей семейства Scarabaeidae: $1488 \pm 136,67$, $759 \pm 38,87$, $613 \pm 82,0$ пыльцевых зерен на экземпляр. У представителей семейств Mordellidae, Cantharidae и Nitidulidae количество пыльцевых зерен не превышает 200 на один экземпляр. Для жесткокрылых семейства Cerambycidae количество пыльцевого груза превышает 200 пыльцевых зерен на экземпляр, однако данный показатель существенно уступает значениям, характерным для Scarabaeidae.

Было отмечено посещение антофильными жесткокрылыми растений 27 видов, относящихся к 11 семействам: сложноцветные (Compositae) (*Achillea millefolium*, *Leucanthemum* sp., *Matricaria* sp., *Erigeron annuus*, *Taraxacum officinale*, *Scorzoneroidea autumnalis*, *Centaurea jacea*, *Cichorium intybus*, *Tripleurospermum* sp.), розовые (Rosaceae) (*Rosa canina*, *Crataegus* sp., *Spiraea* sp., *Sorbus* sp.), крестоцветные (Cruciferae) (*Brassica napus*, *Isatis tinctoria*, *Barbarea vulgaris*, *Armoracia rusticana*), зонтичные (Apiaceae) (*Daucus carota*, *Aegopodium* sp.), бобовые (Fabaceae) (*Acacia* sp., *Trifolium pratense*), жимолостные (Caprifoliaceae) (*Knautia*

arvensis), пионовые (*Paeoniaceae*) (*Paeonia sp.*), вьюнковые (*Convolvulaceae*) (*Calystegia sepium*), маслиновые (*Oleaceae*) (*Jasminum sp.*), маковые (*Papaveraceae*) (*Chelidonium majus*), лютиковые (*Ranunculaceae*) (*Ranunculus acris*).

Заключение. Исследование антофильных жесткокрылых фауны Центральной Беларуси позволило расширить знания об их видовом составе, экологических предпочтениях и роли в опылении. Установлено, что жесткокрылые, несмотря на уступающую перепончатокрылым (*Hymenoptera*) эффективность опыления, могут играть важную роль в экосистемах как опылители, особенно в условиях с ограниченным разнообразием других представителей антофильных насекомых. Поскольку многие изученные жесткокрылые обладают опушением на ногах, нижней стороне головы, груди или других частях тела, контактирующих с генеративными органами цветка, основная масса прикрепленной пыльцы обычно сосредоточена именно в этих областях [1, с. 71]. Наибольшие показатели объема пыльцевого груза зафиксированы для семейства Scarabaeidae, что объясняется их размерами и характером опушенности. Для других семейств, рассмотренных в данном исследовании, характерны меньшие объемы переносимой пыльцы, однако их роль как опылителей может быть выраженной. Полученные данные подтверждают, что морфологические особенности являются важным фактором при определении объема переносимой пыльцы.

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. Коротеева, Д. О. Методика определения структуры пыльцевого груза жалоносных перепончатокрылых (*Aculeata*) – посетителей цветков и соцветий сосудистых растений / Д. О. Коротеева, А. А. Шейко. – Минск : БГУ, 2022. – 16 с.
3. PalDat – Palynological Database. – 2000. – URL: <https://www.palдат.org/> (дата обращения: 17.01.2025).

[К содержанию](#)

УДК 504.75.05

А. В. МЕЛЮХ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – О. В. Корзюк, старший преподаватель

ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОЗНАНИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ НА УРОКАХ ХИМИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ВОПРОСОВ ХИМИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Актуальность. Охрана природы – одна из важнейших обязанностей каждого жителя нашей страны. Вот почему формирование личности современного человека включает в себя как необходимую составную часть воспитание в нем правильного отношения к природе. Этого можно добиться путем формирования у каждого человека правильного экологического сознания. Формирование экологического сознания у подрастающего поколения, особенно у тех, кто планирует связать свою жизнь с сельским хозяйством, приобретает особую значимость, так как экологически грамотные специалисты – залог устойчивого развития отрасли, способного обеспечить баланс между необходимостью производства продовольствия и сохранением окружающей среды для будущих поколений [1].

Современное сельское хозяйство играет ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности, однако его интенсивное развитие, основанное на широком применении химических удобрений, пестицидов и других агрохимикатов, оказывает значительное негативное воздействие на окружающую среду. Загрязнение почвы, водных ресурсов, утрата биоразнообразия и нарушение экологического равновесия являются серьезными проблемами, требующими немедленного решения.

Актуальность исследования обусловлена возрастающей остротой экологических проблем, связанных с интенсивным развитием химизации сельского хозяйства. На уроках химии формируются представления о значении химической науки в решении современных экологических проблем, в том числе в предотвращении техногенных и экологических катастроф. Химические знания – неотъемлемая часть знаний об основах охраны природы, рациональном использовании и разумном преобразовании окружающей человека среды.

Цель – формирование экологического сознания и экологической культуры как во время учебных занятий, так и во внеурочное время в контексте изучения вопросов химизации сельского хозяйства.

Материалы и методы. Анализ научно-методической, образовательно-экологической и учебной литературы.

Результаты исследования. Для каждого учителя важны каналы, с помощью которых он может воздействовать на личность обучаемого, и педагогические средства, с помощью которых осуществляется экологическое образование и воспитание учащихся. В школьном курсе химии предлагается ознакомление учащихся с химическими проблемами экологии и химизации. Основное внимание сосредоточено на тех явлениях, которые вызывают серьезную обеспокоенность за состояние природной среды и будущее цивилизации. В процессе изучения экологических аспектов на уроках химии учитель старается формировать у учащихся следующие умения: анализировать и оценивать процесс формирования и проведения общественной политики в области защиты окружающей среды, применять знания для объяснения причин возникновения экологических проблем и поиска путей их решения. Все это осуществляется через практические, исследовательские работы, эксперимент, активные и интерактивные методы обучения, дискуссии, дебаты, анализ кейс-стадий и др. [2]. Важно создавать проблемные ситуации, требующие от обучаемых самостоятельного поиска решений на основе имеющихся знаний. В рамках внеурочной деятельности рекомендуется организовывать экологические акции, волонтерские работы, посещения предприятий сельского хозяйства и природоохранных организаций. Эти мероприятия позволяют учащимся получить практический опыт, увидеть экологические проблемы своими глазами и внести свой вклад в их решение.

Как будущий учитель химии, вижу свою задачу в том, чтобы вооружить учащихся экологическими знаниями, привить им навыки экологической культуры. Ко многим темам школьного курса химии можно подобрать соответствующий экологический материал. Например, при изучении темы «Первоначальные химические понятия» обучающиеся знакомятся с понятиями «загрязнители», «современные способы очистки веществ», «источники загрязнения». При изучении свойств и применения минеральных удобрений обращаем внимание учащихся на одну из современных экологических проблем – возникновение «парникового эффекта», приводящего к потеплению климата и загрязнению почв ионами тяжелых металлов.

Как преподнести экологический материал, чтобы учащимся он был интересен, чтобы не вызывал отторжения, как нечто надоевшее и приевшееся? Представим некоторые приемы, которые позволяют это сделать. Например, использование компьютерных программ. Они учитывают возрастные особенности, производят достаточно сильное впечатление, а их обсуждение позволяет сформировать правильное понимание той или иной экологической проблемы. Возрастает роль тестовых, расчетных и творческих задач с экологическим содержанием. Использование

на уроках химии таких задач направлено на изучение богатств родного края, способствует пониманию сущности экологических проблем, гуманитарному воспитанию. Чтобы учащиеся продуктивно и деятельно работали на уроках химии по изучению вопросов химизации сельского хозяйства, можно использовать в учебном процессе нетрадиционные задачи – интегрированные познавательные. В таких задачах интеграция знаний осуществляется за счет комплексного использования материала различных областей знаний (медицины, биологии, экологии, сельского хозяйства) и активного поиска новой информации [3]. Творческий поиск по этой проблеме привел меня к выводу о том, что одним из наиболее эффективных методов воспитания экологической культуры является организация научно-исследовательской деятельности учащихся.

Оценка результатов обучения должна включать проверку не только знаний учащихся, но и степени сформированности у них бережного отношения к природе.

Заключение. Экологическое образование и воспитание учащихся активно развивается в настоящее время. Оно охватывает все области и циклы учебных предметов, однако урокам химии принадлежит ведущая роль. В настоящее время в учебниках по химии мало освещен вопрос по охране природы. Использование природоохранного материала вместе с программным материалом активизирует интерес к предмету, развивает потребность общения с природой, воспитывает ответственность в личном поведении и различных видах деятельности, формирует навыки по бережному использованию, защите и улучшению окружающей среды.

Каждому человеку необходимы химические знания в системе экологического образования. Основы ответственного отношения к окружающей среде должны закладываться на протяжении всех лет обучения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Курбатова, С. М. Экологизация образования: сущностные аспекты / С. М. Курбатова // Вестник Восточно-Сибирской открытой академии. – 2020. – № 36. – С. 3–8.
2. Кровельщикова, Т. Н. Из опыта реализации экологического подхода к обучению химии / Т. Н. Кровельщикова, А. В. Коршунов // Химия в школе. – 2002. – № 8. – С. 40–42.
3. Гильманшина, С. И. Педагогические условия профильного обучения в условиях непрерывного химического образования / С. И. Гильманшина, Ф. Д. Халикова // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 1. – С. 115–118.

[К содержанию](#)

УДК 547.772.2.81:579.6.841.21

Д. И. МИСЮЛЯ, А. А. КОЛЕСНИКОВ

Минск, БГУ

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

**КУЛЬТИВИРОВАНИЕ *AZOTOBACTER CHOROCOCCUM*
В ПРИСУТСТВИИ НЕКОТОРЫХ ПРОИЗВОДНЫХ
2-АМИНО-3-ЦИАНО-4Н-ХРОМЕНА**

Актуальность. В последнее время в органической химии укореняется такой синтетический подход, как мультикомпонентные реакции (далее – МКР). Его привлекательность состоит в том, что достаточно сложные молекулы образуются из нескольких простых субстратов в результате одной многокомпонентной трансформации. Данный подход отличается эффективностью, простотой и экологичностью.

Хроменовый фрагмент (рисунок 1, выделен синим) встречается во многих биологически активных веществах. В то же время вещества, содержащие указанный фрагмент, могут входить в состав биоразлагаемых агрохимикатов [1].

Azotobacter chorococcum Beijerinck отличается отсутствием специфичности, что позволяет бактериям использовать различные азотсодержащие субстраты как источники азота (нитрогеназный комплекс способен восстанавливать цианиды, азиды и даже ацетилен). Такая неспецифичность действия нитрогеназного комплекса может лежать в основе оценки воздействия различных азотсодержащих органических соединений на жизнедеятельность *A. chorococcum*.

Цель работы – качественно оценить степень воздействия производных 2-амино-3-циано-4Н-хромена на *Azotobacter chorococcum* Beijerinck при выращивании последних в периодической культуре.

Материалы и методы. Производные 2-амино-3-циано-4Н-хромена получали в результате МКР, схема которой приведена на рисунке и в таблице 1.

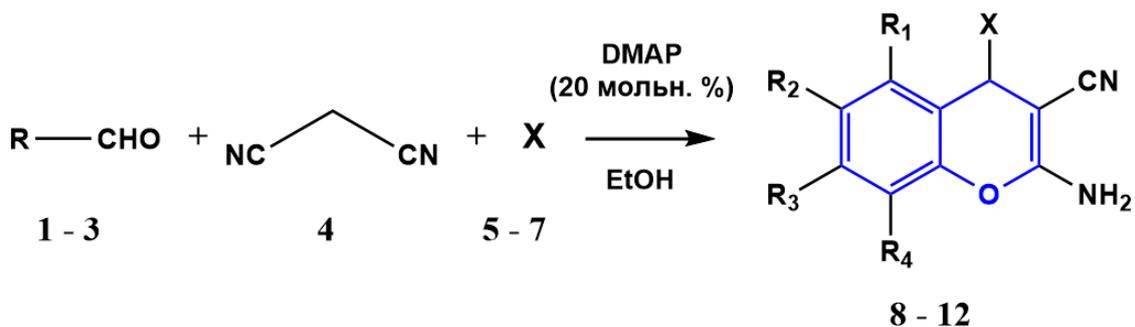
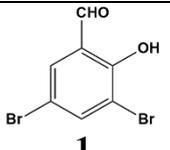
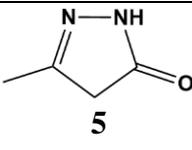
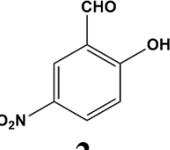
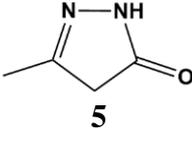
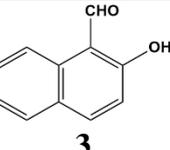
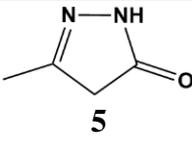
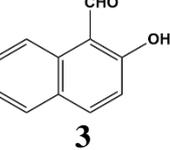
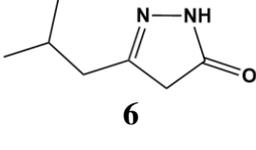
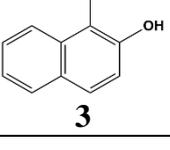
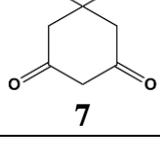


Рисунок – Участники (1–7) и продукты (8–12) МКР

Таблица 1 – Участники и продукты исследуемой МКР

R-CHO	X	№ продукта	R _n (продукт)	Выход, %
 1	 5	8	R ₂ = Br R ₄ = Br	62,7
 2	 5	9	R ₂ = NO ₂	76,7
 3	 5	10	R ₁ + R ₂ = Ph	69,4
 3	 6	11	R ₁ + R ₂ = Ph	76,2
 3	 7	12	R ₁ + R ₂ = Ph	23,8

A. chorococum выращивали на синтетической твердой (1,5 масс. % агарозы) питательной среде Эшби. Оценку воздействия продуктов МКР осуществляли с помощью диско-диффузионного метода: круги фильтровальной бумаги ($d = 5$ мм) смачивали раствором исследуемого вещества в DMSO (инертность бактерий к чистому растворителю подтверждена) произвольной концентрации (примерно 10–13 мг/мл) и вносили на питательную среду непосредственно после нанесения на нее инокулята чистой культуры.

Результаты и их обсуждение. Производные 2-амино-4*H*-хромена, полученные из двух различных замещенных салициловых альдегидов (3,5-дибром- и 5-нитросалициловые альдегиды), показали различную активность в условиях *in vitro* (таблица 2).

Несмотря на присутствие нитрогруппы в соединении **9**, оно не проявляло заметного стимулирующего действия (рост микроорганизмов вокруг диска в зоне с малой плотностью посева). Напротив, в случае 3,5-дибром-производного **8** наблюдалось заметное стимулирование роста бактерий.

Таблица 2 – Результаты первичных наблюдений

Соединение	Сутки				
	2-е	4-е	6-е	8-е	15-е
8	–	Рост в трех точках; заметное стимулирование	Интенсивный рост в трех точках; стимулирование	Аналогично прошлому этапу	Аналогично прошлому этапу
9	–	Рост в одной точке	Интенсивный рост в точках 1 и 2	Аналогично прошлому этапу	Аналогично прошлому этапу

Продукты МКР с участием 2-гидроксинафталяльдеида **3** и различными 1,3-дикарбонильными компонентами (**5–7**) в зависимости от структуры демонстрируют различные эффекты в культуре *in vitro*. Данные о диаметре зоны ингибирования (ЗИ) приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Действие продуктов МКР и исходных субстратов *in vitro*

Параметр	Соединение				
	10	5	11	6	12
Диаметр зоны ингибирования, мм	21 ± 2,04	Интенсивный рост	Интенсивный рост	Интенсивный рост	9 ± 3,2

Как видно в случае пиразолинового производного **10**, содержащего метильный радикал, наблюдается довольно ощутимый бактериостатический эффект. В то же время исходный пиразолин **5**, наоборот, оказывал стимулирующее действие на указанную бактериальную культуру. Напротив, замена метилового радикала на изобутиловый (**11**) приводит к почти полной утрате бактериостатического действия. Соединение **12** обладает сравнительно более слабым бактериостатическим эффектом.

Заключение. 1. Некоторые азотсодержащие гетероциклические соединения, производные 4*H*-хромена, в силу их ростстимулирующего действия на *A. chorococcum*, возможно, используются последними в качестве источника азота.

2. Можно предположить, что продукты МКР, полученные при участии замещенных салициловых альдегидов, могут претерпевать некоторую биodeградацию широко представленным в почве микроорганизмом *A. chorococcum*.

3. Бактериостатическое действие производных **10** и **12** в перспективе необходимо оценить количественно посредством установления минимальной ингибирующей концентрации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Natural Chromenes and Chromene derivatives as Potential Antitrypanosomal Agents / J. M. Batista Jr., J. M. Lopes, A. A. Ambrósio [et al.] // Biological and Pharmaceutical Bulletin. – 2008. – Vol. 31, № 3. – P. 538–540.

[К содержанию](#)

УДК 581.821

В. Л. НЕКРАШЕВИЧ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

**ВЛИЯНИЕ 24-ЭПИКАСТАСТЕРОНА И ЕГО КОНЬЮГАТА
С ЯНТАРНОЙ КИСЛОТОЙ НА НАЧАЛЬНЫЕ ЭТАПЫ РОСТА
И РАЗВИТИЯ ГРЕЧИХИ ПОСЕВНОЙ (*FAGOPYRUM
ESCULENTUM* MOENCH.) СОРТА ОМЕГА**

Актуальность. Гречиха посевная является ценной крупяной культурой, содержащей все вещества, необходимые для питания человека. Гречневая крупа содержит комплекс биологически полноценных белков, которые включают оптимальное сочетание незаменимых аминокислот. В ней есть многие макро- и микроэлементы, а также витамины [1].

Но белорусские производители не всегда могли конкурировать по себестоимости крупы с другими, прежде всего российскими, из-за сравнительно низкой урожайности и устойчивости к неблагоприятным климатическим (и не только) факторам. Гречиха остро реагирует на недостаток влаги, а также может повреждаться возвратными заморозками. Для повышения устойчивости к комплексу факторов можно использовать природные адаптогены, в том числе и брассиностероиды (далее – БС), относящиеся к сравнительно новому классу растительных гормонов [2]. Установлено их положительное влияние на многие сельскохозяйственные культуры [3]. Но в Республике Беларусь как стимуляторы роста, развития и устойчивости растений официально зарегистрированы только два БС [4]. В исследованиях, осуществленных в БрГУ имени А. С. Пушкина, была установлена ростстимулирующая и протекторная активность ряда брассиностероидов на гречихе посевной [5]. Для повышения эффективности препаратов стероидной природы сотрудники лаборатории химии стероидов ГНУ «Институт биоорганической химии НАН Беларуси» синтезировали конъюгаты БС с органическими кислотами, в том числе янтарной, также являющейся стимулятором роста растений. Их действие

уже исследовано на гречихе диплоидного сорта Влада [6]. Большой интерес представляет анализ их влияния на показатели всхожести, роста и развития гречихи посевной новых тетраплоидных сортов, только получающих распространение в сельскохозяйственном производстве Республики Беларусь.

Цель – определить наиболее перспективные концентрации растворов 24-эпикастастерона и его тетраасукцината для стимулирования роста и развития гречихи посевной (*Fagopyrum esculentum* Moench.) тетраплоидного сорта Омега в лабораторном эксперименте в сравнении с диплоидным сортом Влада.

Материалы и методы. При проведении исследования использовали 24-эпикастастерон (далее – ЭК) и его конъюгат с янтарной кислотой – тетраасукцинат (далее – ТС) в виде растворов с концентрациями от 10^{-11} до 10^{-7} М. Оценку рострегулирующей активности проводили методом проращивания в рулонах по СТБ 1073-97 [7]. Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием программы Microsoft Excel по П. Ф. Рокицкому [8].

Тест-объект – гречиха посевная (*Fagopyrum esculentum* Moench.) сорта Омега. Это самый новый сорт, внесенный в государственный реестр Республики Беларусь только в 2022 г. [9]. Он является тетраплоидным, детерминантным, районирован для всех областей Республики Беларусь. Сорт среднеспелый, вегетационный период 89 суток. Урожайность зерна в ГСИ Республики Беларусь составила в среднем 22,3 ц/га, максимальная – 43,2 ц/га. Зерно крупное (масса 1000 зерен в среднем 38,4 г), выравненность зерна – 99,3 %, пленчатость – 27,6 %, выход крупы – 67,9 %, крупность ядра – 64,8 %. Вкус каши – 5 баллов. Содержание белка в крупе – 16,9 % [9].

Результаты исследований. Проведенные исследования показали, что энергию прорастания гречихи ЭК в трех из пяти используемых концентраций – 10^{-10} , 10^{-9} и 10^{-8} М – повысил по сравнению с контролем с водой на 0,9, 7,5 и 12,1 % соответственно (рисунок).

В минимальной дозе (10^{-11} М) он понизил ее на 2,8 %, а в максимальной (10^{-7} М) – на 3,7 %. Раствор ТС в концентрации 10^{-11} М оказал слабое подавляющее влияние (на 1,0 %), а 10^{-7} М – более сильное (почти на 5 %). Растворы в трех средних концентрациях (10^{-10} , 10^{-9} и 10^{-8} М) вызвали увеличение этого показателя на 13,5, 16,3 и 7,7 % соответственно. Влияние на всхожесть было очень незначительным (рисунок).



Рисунок – Влияние ЭК на энергию прорастания и всхожесть гречихи сорта Омега в лабораторном эксперименте, % относительно контроля:
 1 – 10^{-11} М; 2 – 10^{-10} М; 3 – 10^{-9} М; 4 – 10^{-8} М; 5 – 10^{-7} М

На высоту проростков ЭК оказал неоднозначное влияние. Использование растворов с концентрациями 10^{-11} , 10^{-9} и 10^{-8} М увеличило этот показатель на 2,6, 8,6 и 6,1 % соответственно, а в дозах 10^{-10} и 10^{-7} М уменьшило его на 2,6 и 1,0 % соответственно. Применение растворов ТС в дозах 10^{-10} и 10^{-9} М увеличило этот показатель на 9,2 и 1,4 % соответственно, а в концентрациях 10^{-11} , 10^{-8} и 10^{-7} М наблюдалось понижение на 1,5, 0,8 и 2,8 % соответственно. Сходное влияние ЭК и ТС оказали и на массу побегов. Влияние препаратов на длину корешков и их массу отличалось от действия на проростки, но максимальную активность они проявили также в средних концентрациях.

Заключение. Максимальную активность ЭК и ТС проявили в трех концентрациях – 10^{-10} , 10^{-9} и 10^{-8} М, но их влияние на тетраплоидный сорт Омега было выражено слабее, чем на диплоидный сорт Влада.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нехаев, А. А. Высокие урожаи гречихи – каждый год / А. А. Нехаев, А. Н. Анохин. – Минск : Ураджай, 1988. – 39 с.
2. Дерфлинг, К. Н. Гормоны растений / К. Н. Дерфлинг. – М. : Наука, 1989. – 351 с.
3. Хрипач, В. А. Брассиностероиды / Ф. А. Лахвич, В. Н. Жабинский. – Минск : Наука и техника, 1993. – 287 с.
4. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики

Беларусь / Л. В. Плешко, А. В. Майсенко, Т. И. Гололоб [и др.]. – Минск : Земледелие и защита растений, 2014. – 628 с.

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

6. Кароза, С. Э. Анализ рострегулирующей активности конъюгатов эпикастастерона с органическими кислотами на примере гречихи посевной (*Fagopyrum esculentum* Moench.) / С. Э. Кароза // Биотехнология: достижения и перспективы развития : сб. материалов V Междунар. науч.-практ. конф., Пинск, 25–26 нояб. 2021 г. / Полес. гос. ун-т ; редкол.: В. И. Дунай [и др.]. – Пинск, 2021. – С. 79–84.

7. Семена зерновых культур. Сортовые и посевные качества. Технические условия : СТБ 1073-97. – Введ. 01.10.97. – Минск, 1986. – 18 с.

8. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – 3-е изд., испр. – Минск : Выш. шк., 1973. – 320 с.

9. Государственный реестр сортов. – URL: <http://sorttest.by/gosudars-tvennyu-reyestr-sortov-2023-1.html> (дата обращения: 28.04.2024).

[К содержанию](#)

УДК 372.857.4

А. С. ПАЛИЙ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

ИЗУЧЕНИЕ ВЫСШИХ СПОРОВЫХ РАСТЕНИЙ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ «БИОЛОГИЯ»

Актуальность. Деятельность учебного заведения, педагога и учащегося так или иначе сопряжена с погружением в информационное поле в рамках осваиваемой программы, дисциплин и тем. Ведущую роль в учебном процессе играет литература, включающая в себя теоретический и практический материал. Анализ учебной литературы – один из важнейших этапов проектирования, планирования и проведения занятий на всех уровнях образования [1].

Целью исследования явилось сравнительное изучение содержания разделов учебной дисциплины «Биология», посвященных высшим споровым растениям.

Материалы и методы. Анализ учебных программ и учебных пособий проводится для достижения множества важных целей, направленных на повышение качества образования и соответствие его современным требованиям [2]. Анализ позволяет определить сильные стороны учебных программ и учебных пособий, которые можно использовать в качестве образца для разработки других материалов. Немаловажно, что он выявляет и слабые стороны, которые необходимо исправить или улучшить для повышения эффективности обучения.

Результаты исследования. Основной целью изучения предмета «Биология» в 7 классе является формирование первоначальных представлений о живой природе, ее разнообразии, строении и жизнедеятельности организмов, развитие интереса к изучению биологии и экологической грамотности. Уровень сложности учебной программы для учащихся в 7 классе – доступный для понимания: минимум терминологии, акцент на наглядности и запоминании основных фактов.

На изучение темы «Высшие споровые растения» в 7 классе отводится 6 часов. Целью является формирование у учащихся знаний об основных группах высших споровых растений, особенностях их строения, размножения, распространения и роли в природе. В данной теме изучаются особенности строения и процессов жизнедеятельности мхов, папоротников, хвощей и плаунов. Также рассматривается их роль в природе и жизни человека. Предусмотрена демонстрация живых и гербарных экземпляров мхов, хвощей, плаунов и папоротников; видеороликов, отражающих распространение, особенности строения и жизнедеятельности споровых растений. В теме «Высшие споровые растения» запланирована практическая работа «Сравнительная характеристика споровых растений», целью которой является закрепление знаний об особенностях строения высших споровых растений [3].

Основными требованиями к результатам учебной деятельности учащихся являются знания о распространении и среде жизни мхов, хвощей, плаунов, папоротников, их основных процессах жизнедеятельности и роли в природе и использовании человеком. После изучения темы «Высшие споровые растения» учащиеся умеют называть отличительные признаки мхов, хвощей, плаунов и папоротников; объяснять различия данных групп споровых растений, а также использовать приобретенные знания о мхах для обоснования их роли в заболачивании почвы; распознавать на рисунках, таблицах, в природе мхи, хвощи, плауны, папоротники; анализировать рисунки в учебном пособии и использовать полученную информацию для объяснения особенностей строения мхов, хвощей, плаунов, папоротников, процессов их жизнедеятельности; владеют терминами и понятиями: мох, зеленый мох, сфагновый мох, хвощ, плаун, папоротник, спора, ризоиды [3].

Учебная программа по учебному предмету «Биология» в 7 классе является вводным курсом, предназначенным для ознакомления учащихся с основными понятиями и закономерностями живой природы.

Учебная программа по учебному предмету «Биология» в 10 классе ставит целью формирование у учащихся современного научного мировоззрения, необходимого для понимания явлений и процессов, происходящих в природе, в различных областях народного хозяйства, для продолжения образования, будущей профессиональной деятельности. В 10 классе учебный предмет «Биология» изучается на более высоком уровне сложности, что требует от учащихся умения анализировать информацию, делать выводы, применять знания для решения практических задач. Учебная программа 10 класса ориентирована на подготовку к поступлению в вузы и формирование экологической культуры. В 10 классе тема «Высшие споровые растения» затрагивается при изучении размножения и индивидуального развития организма. На данную тему отводится 8 часов. Происходит изучение типов размножения, отличительных особенностей бесполого и полового размножения, чередования способов размножения и поколений, которые характерны для жизненных циклов высших споровых растений. Изучение проходит с помощью демонстрационных материалов, а именно таблиц, иллюстрирующих строение яйцеклетки и сперматозоида, чередование поколений в жизненном цикле растений [4].

Основными требованиями к результатам учебной деятельности учащихся являются знания о типах размножения организмов, сходстве и основных различиях между половым и бесполом размножением. Учащиеся умеют приводить примеры бесполого размножения разных растений (в природе и в условиях культуры), объяснять и анализировать информацию, представленную в виде рисунков, таблиц; владеют основными терминами и понятиями: бесполое размножение, половое размножение, вегетативное размножение, осеменение, оплодотворение и др. [4].

Учебные программы по учебному предмету «Биология» в 7 и 10 классах образуют взаимосвязанную систему, направленную на формирование у учащихся целостного представления о живой природе. Однако эти программы существенно различаются по целям, содержанию, глубине изучения и методам обучения. В 7 классе основной акцент делается на наглядности, запоминании основных фактов о разнообразии живых организмов, их строении и жизнедеятельности. Используются простые и доступные методы обучения, такие как рассказ учителя и демонстрация наглядных материалов. В 10 классе учебная программа требует аналитического мышления и умения применять знания для решения практических задач.

Заключение. Таким образом, учебные программы по учебному предмету «Биология» в 7 и 10 классах существенно отличаются друг от друга по характеру содержания, глубине изучения учебного материала и целям обучения. Это связано с возрастными особенностями учащихся, их уровнем подготовки и задачами образования на разных этапах обучения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анализ образовательной программы. – URL: <https://disshelp.ru/blog/provedenie-analiza-uchebnoj-literatury-na-zakaz/> (дата обращения: 06.03.2025).

2. Изучение и анализ учебной программы и учебных пособий. – URL: https://spravochnick.ru/pedagogika/analiz_obrazovatelnoy_programmy/ (дата обращения: 06.03.2025).

3. Учебная программа по учебному предмету «Биология» для VI–IX классов учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования с русским языком обучения и воспитания. – URL: <https://adu.by/images/2024/08/29/up-biologiya-6-9kl-rus.pdf> (дата обращения: 06.03.2025).

4. Учебная программа по учебному предмету «Биология» для X–XI классов учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования с русским языком обучения и воспитания. – URL: https://adu.by/images/2024/09/UP_Biologiya_Baz_10-11_classy.pdf (дата доступа: 06.03.2025).

[К содержанию](#)

УДК 556.5(476.2-25):502.175

В. И. ПИНЧУК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – М. В. Левковская, старший преподаватель

ФИТОТЕСТИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В ПРОМЗОНЕ ГОРОДА ГОМЕЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ *AVENA SATIVA L.*

Актуальность. Для оценки качества атмосферного воздуха, воды из различных поверхностных и подземных водоисточников или почвенного покрова в лабораторных условиях широко используются в качестве тест-объектов растения и животные [5, с. 204]. Биотест-системы способны интегрально и оперативно дать токсикологическую характеристику природных

и техногенных сред. Фитотестирование основано на чувствительности растений к экзогенному химическому воздействию, что отражается на ростовых и морфологических характеристиках [1]. Среди сельскохозяйственных культур наиболее чувствительными считаются семена кресс-салата, люцерны, злаковых и крестоцветных культур [5, с. 204]. В лабораторных фитотестах среди представителей однодольных, по данным ряда авторов, семена овса (*Avena spp.*) дают наиболее стабильные и воспроизводимые результаты по сравнению с семенами других культур [1; 4].

Цель работы – определить фитотоксичность воды обводного канала в условиях промышленной зоны г. Гомеля.

Материалы и методы. В 2024 г. для проведения фитотестирования с применением овса посевного (*Avena sativa* L.) был осуществлен отбор проб воды в трех различных точках с поверхности (на глубине до 50 см) обводного канала, расположенного в западной части промышленной зоны г. Гомеля. В качестве контроля использована дистиллированная вода. Семена *Avena sativa* раскладывали по 30 штук в десять чашек Петри, приливая в каждую 20 мл исследуемой пробы воды. Чашки Петри помещали в термостат на четверо суток при температуре 26 °С. После окончания лабораторного эксперимента определяли длину корней, отмечая корень максимальной длины, общую длину корней и надземной части проростков *Avena sativa* в трех опытных и одном контрольном образцах воды [1–4]. Фитотоксический эффект для каждого среднего арифметического значения тест-параметра рассчитывали по общепринятой формуле [3, с. 32].

Результаты исследований. Всхожесть семян *Avena sativa* во всех тестируемых образцах воды составила 100 %.

Средняя длина самого длинного корня проростка в первой опытной пробе воды равна $54,17 \pm 0,78$ мм, во второй пробе – $56,9 \pm 0,46$ мм, в третьей пробе – $62,13 \pm 0,39$ мм, в контроле – $67,62 \pm 0,78$ мм. Длина корешка овса посевного изменялась в тестируемых образцах в пределах от 32 до 68,5 мм, в контрольном образце – от 51,5 до 79,5 мм. Величина фитотоксического эффекта исследованных проб воды составила –19,89 %, –15,85 %, –8,12 %.

Следует отметить, что ингибирование тест-функции в пределах 10 % не является значимым [3], более 30 % – санитарно-токсикологически значимое воздействие [2]. Токсический эффект (фитоэффект) изучаемых вод отмечают при отклонении тест-параметров от контроля на 20 % и более относительно контроля [3; 4].

Общая длина корней, составляющих корневую систему проростка *Avena sativa*, в первой пробе воды в среднем равна $178,97 \pm 1,9$ мм, во второй пробе – $191,17 \pm 2,25$ мм, в третьей пробе – $212,51 \pm 1,93$ мм. В контрольном варианте сумма длин всех корней составила

263,14 ± 8,59 мм, что превышает средние значения тест-параметра в трех опытных образцах в 1,47, 1,38 и 1,24 раза соответственно. Степень ингибирования развития корневых систем проростков овса посевного оценивается в 31,99 %, 27,35 % и 19,24 % относительно контроля.

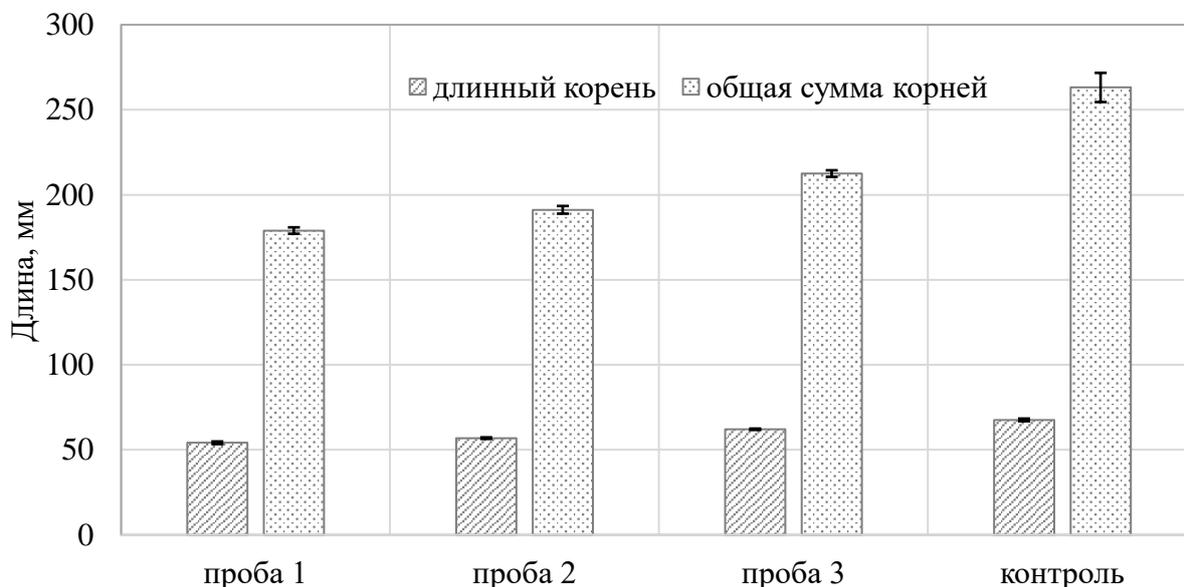


Рисунок – Морфометрические показатели проростков *Avena sativa* в тестируемых пробах воды

Средняя длина стебля проростков *Avena sativa* изменялась в тестируемых образцах воды от 12 до 53 мм, в контрольном образце максимальная длина стебля достигла 56 мм. В первой опытной пробе длина надземной части проростков равна 30,68 ± 0,79 мм, во второй пробе – 31,84 ± 0,5 мм, в третьей – 37,62 ± 0,28 мм, в контрольном варианте – 40,39 ± 0,54 мм. Снижение тест-параметра зарегистрировано в трех вариантах опыта на 24,04 %, 21,17 % и 6,86 % по сравнению с контрольным вариантом.

Заключение. Фитотоксический эффект тестируемых образцов воды, отобранных из обводного канала в западной части промышленной зоны г. Гомеля, на такие параметры, как длина самого длинного корня, общая сумма длин всех корней, длина надземной части проростков *Avena sativa*, в среднем составил 14,62 %, 26,19 % и 17,36 %, что соответствует низкому уровню фитотоксичности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лисовицкая, О. В. Фитотестирование: основные подходы, проблемы лабораторного метода и современные решения / О. В. Лисовицкая, В. А. Терехова // Доклады по экологическому почвоведению. – 2010. – № 1, вып. 13. – С. 1–18.

2. Методы полевых экологических исследований : учеб. пособие / О. Н. Артаев, Д. И. Башмаков, О. В. Безина [и др.] ; редкол.: А. Б. Ручин (отв. ред.) [и др.]. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2014. – 412 с.

3. Стандартный алгоритм измерений фитоэффектов : учеб. пособие / В. А. Терехова, Л. П. Воронина, А. П. Кирюшина [и др.]. – М., 2021. – 58 с.

4. Сытников, Д. М. Гидрохимический анализ и экотоксикологическая оценка качества вод реки Качи / Д. М. Сытников, Г. В. Кучерик // Мелиорация и гидротехника. – 2024. – Т. 14, № 1. – С. 136–154. – <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2024-14-1-136-154>.

5. Шайхутдинова, А. А. Биотестирование природной воды р. Белой по проросткам растений-индикаторов / А. А. Шайхутдинова, А. С. Трубникова, А. Ф. Кадыргулова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2017. – № 6 (68). – С. 204–207.

[К содержанию](#)

УДК 582.29

К. А. РАЗМЫСЛОВИЧ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЛИХЕНОФЛОРЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО И ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО ПАМЯТНИКОВ ПРИРОДЫ ГОРОДА БРЕСТА

Актуальность. Являясь неотъемлемым компонентом природных сообществ и звеном пищевых цепей, лишайники участвуют в азотном обмене, процессах гумусонакопления, поддержания водного и теплового балансов, предохранения почвы от водной и ветровой эрозии и тем самым существенно влияют на функционирование наземных экосистем. Велика роль лишайников и в сложении биологического разнообразия региона в целом. Однако степень изученности лишайнобиоты практически всегда заметно отстает от изученности более крупных и потому более заметных высших растений и мохообразных [1].

Целью данного исследования явилось проведение таксономического анализа состава лишайнобиоты гидрологического и геологического памятников природы местного значения г. Бреста.

Материалы и методы. Геологический памятник природы «Горфяник Дубровка» – последний естественный участок водораздельного болота, сохранившийся на территории Бреста. Он находится у разъезда Брест-

Северный – Северо-Западный – Большие Мотыкалы и представляет собой условный треугольник, ограниченный границами отвода железной дороги. Площадь геологического памятника природы составляет 11,07 га. Данная территория относится к землям производственного коммунального унитарного предприятия «Коммунальник». Основными фитофитами на территории торфяника Дубровка являются дуб черешчатый, виды тополей, береза бородавчатая, ясень обыкновенный, сосна обыкновенная [2].

Гидрологический памятник природы «Брестская родниковая струга» представляет собой участок черноольхового массива в северной части города в притеррасной пойме р. Западный Буг. Площадь памятника природы составляет 0,394 га. Этот уголок живой природы ценен тем, что сохранился в черте большого города. Кроме того, здесь находится самый большой в Бресте родник, интересная фауна. Основу древесного яруса территории образует ольха черная. На территории гидрологического памятника природы создана инфраструктура, имеются дорожки [2].

При детальном обследовании памятников природы применяли маршрутный метод. Детально осматривали стволы, ветви деревьев, напочвенный покров. Видовую идентификацию проводили по общепринятым методикам. Названия приводятся по «Флора Беларуси. Лишайники» (2019) [3].

На территории исследования выявлено 11 видов лишайников из пяти семейств – *Parmeliaceae* Zenker (5 видов), *Lecanoraceae* Körb. (2 вида), *Physciaceae* Zahlbr. (2 вида), *Teloschistaceae* Zahlbr. (1 вид), *Phlyctidaceae* Poelt et Vězda ex J. C. David et D. Hawksw. (1 вид) (таблица).

Таблица – Распределение видов лишайнобиоты на территориях памятников природы г. Бреста

№ п/п	Вид	Торфяник Дубровка	Родниковая струга
1	<i>Evernia prunastri</i> (L.) Ach.	–	+
2	<i>Hypogymnia physodes</i> (L.) Nyl.	+	+
3	<i>Hypogymnia tubulosa</i> (Schaer.) Hav.	+	-
4	<i>Lecanora varia</i> (Hoffm.) Ach.	–	+
5	<i>Lecidella elaeochroma</i> (Ach.) M. Choisy	+	+
6	<i>Melanohalea exasperatula</i> (Nyl.) O. Blanco et al.	+	-
7	<i>Parmelia sulcata</i> Taylor	+	+
8	<i>Phlyctis argena</i> (Spreng.) Flot	–	+
9	<i>Physcia caesia</i> (Hoffm.) Fürnr.	+	–
10	<i>Physcia hispida</i> (Schreb.) Frege)	+	+
11	<i>Xantoria parietina</i> (L.) Th. Fr.	+	+

На территориях обоих памятников природы зарегистрированы пять видов, в том числе *Xantoria parietina* (L.) Th. Fr., *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl., *Parmelia sulcata* Taylor, *Physcia hispida* (Schreb.) Frege, *Lecidella elaeochroma* (Ach.) M. Choisy, которые характеризуются высокой частотой встречаемости. Часто встречаются также виды *Melanohalea exasperatula* (Nyl.) O. Blanco et al., *Hypogymnia tubulosa* (Schaer.) Nav., *Evernia prunastri* (L.) Ach., *Lecanora varia* (Hoffm.) Ach., *Physcia caesia* (Hoffm.) Fűrnr., *Phlyctis argena* (Spreng.) Flot., однако каждый из них зарегистрирован на территории только одного из двух памятников природы (таблица).

Выявленные виды лишенофлоры заселяют кору ветвей и стволов форофитов. Биоморфы зарегистрированных эпифитных лишайников представлены листоватыми и накипными формами. Листоватые формы (8 видов) представлены группами узколопастных (*Physcia hispida* (Schreb.) Frege), *Physcia caesia* (Hoffm.) Fűrnr., *Xantoria parietina* (L.) Th. Fr.), вздутолопастных (*Hypogymnia physodes* (L.) Nyl., *Hypogymnia tubulosa* (Schaer.) Nav.), среднешироколопастных (*Parmelia sulcata* Taylor, *Melanohalea exasperatula* (Nyl.) O. Blanco et al.) и повисающих (*Evernia prunastri* (L.) Ach.) лишайников.

Накипные формы (3 вида) представлены группами плотнокорковых (*Phlyctis argena* (Spreng.) Flot.), зернисто-бородавчатых (*Lecanora varia* (Hoffm.) Ach.) и трещиноватых (*Lecidella elaeochroma* (Ach.) M. Choisy) лишайников.

Заключение. Таким образом, в соответствии со сложившимися условиями на территориях исследованных геологического и гидрологического памятников природы г. Бреста обнаружены 11 видов эпифитных лишайников, представленных четырьмя формами листоватых и тремя формами накипных лишайников.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лихенобиота заповедника «Брянский лес» / Е. Э. Мучник, Л. А. Конорева, С. И. Чебаненко [и др.] // Лесоведение. – 2017. – № 5. – С. 73–80.
2. Генеральный план г. Бреста: экологический доклад по стратегической экологической оценке / М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, Науч.-проект. гос. унитар. предприятие «БЕЛНИИПГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА». – Минск, 2018. – 81 с.
3. Флора Беларуси. Лишайники. В 4 т. Т. 1 / А. П. Яцына, В. В. Голубков, Д. Е. Гимельбрант [и др.] ; под общ. ред. В. И. Парфенова. – Минск : Беларус. навука, 2019. – 341 с.

[К содержанию](#)

УДК 631.547+577.19

А. В. РАПИНЧУК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ (НА ПРИМЕРЕ *RAPHANUS SATIVUS* L.)

Актуальность. Будучи продуктом сложного взаимодействия биотических и абиотических факторов почвообразования, органическое вещество представляет собой динамичную полифункциональную систему высокомолекулярных соединений, играющую центральную роль в процессах аккумуляции и трансформации биогенных элементов, регулирования физических и физико-химических свойств почвы, детоксикации поллютантов и стабилизации почвенной структуры [1; 2]. Гуминовые кислоты играют важную роль в улучшении структуры и плодородия почвы, что критично для сельского хозяйства. Они могут способствовать более устойчивому использованию ресурсов, снижая потребление химических удобрений. Изучение их воздействия на сельскохозяйственные культуры помогает понять механизмы стимуляции роста и развития растений, что может повысить урожайность.

Понимание биологической активности гуминовых кислот может способствовать разработке новых экологически чистых агрономических приемов и улучшению качества пищи.

Целью наших исследований является оценка биологической активности экспериментального гуминового препарата, состоящего преимущественно из гуминовых веществ, по отношению к *Raphanus sativus* L.

Материалы и методы исследования. В качестве источника гуминовых веществ нами использовался коммерческий гуминовый препарат «Оксидат торфа», представляющий собой 4 %-й водный концентрат биологически активных веществ, продукт окислительной модификации торфа. Данный препарат находит широкое применение в растениеводстве в качестве экологически безопасного удобрения и стимулятора роста.

Для выделения гуминовых веществ (далее – ГВ) из препарата «Оксидат торфа» использовали метод, основанный на последовательной обработке сырья серной кислотой с последующим разделением гуминовых и фульвокислот. Таким образом гуминовый препарат смешивали с эквивалентным объемом 1 н. H_2SO_4 и нагревали на водяной бане до 60–70 °С. После выпадения осадка раствор фильтровали. Осадок на фильтре промывали 0,1 н. H_2SO_4 , пока фильтрат не станет прозрачным, а затем

дистиллированной водой. Фильтр с осадком доводили до воздушно-сухого состояния.

Для оценки биологической активности полученных гуминовых препаратов готовили рабочий раствор, для чего 0,554 г сухого препарата растворяли в 1 л воды, подщелоченной NaOH.

Исследование биологической активности проводили в чашках Петри на двойном слое плотной фильтровальной бумаги, на которую равномерно выкладывали по 25 семян тест-культуры. В качестве тест-объекта применяли *Raphanus sativus* L. В каждую чашку Петри приливали по 10 мл раствора, в котором содержалось от 1 до 5 мл рабочего раствора ГВ в зависимости от варианта. В качестве контроля использовался вариант с дистиллированной водой. Повторность опыта трехкратная. Обработку полученных данных проводили с использованием средств Microsoft Excel.

Результаты исследования. При использовании экспериментального препарата ГВ мы отмечали в целом ингибирующее воздействие на показатели всхожести и энергии прорастания тест-культуры в сравнении с контролем. Максимальное значение достигнуто лишь для показателя энергии прорастания в варианте с дозой ГВ 1 мл, совпав, таким образом, со значением в контрольном варианте (рисунок 1). Несколько ниже была доля нормально проросших семян в варианте 3, где количество проросших семян на 3-й и 5-й день достигало 97,67 % и 95,33 % соответственно. Наиболее значительное угнетение всхожести семян редиса отмечено в варианте 2 (-25,67 %).

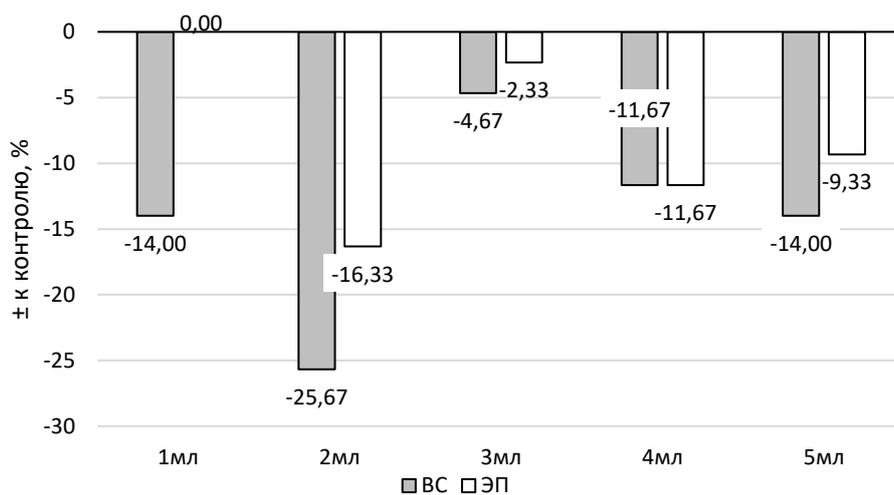


Рисунок 1 – Влияние раствора ГВ на посевные качества семян *Raphanus sativus* L.

Анализ изменения морфометрических показателей под влиянием различных концентраций препарата ГВ показывает неоднозначную реакцию подземной части проростков тест-культуры. Так, если в варианте с дозой ГВ 4 мл на чашку Петри зарегистрирован максимальный стимулирующий эффект в отношении длины корня (+3,9 %), то при использовании 5 мл ГВ этот показатель уже снижался на 30,18 % (рисунок 2).

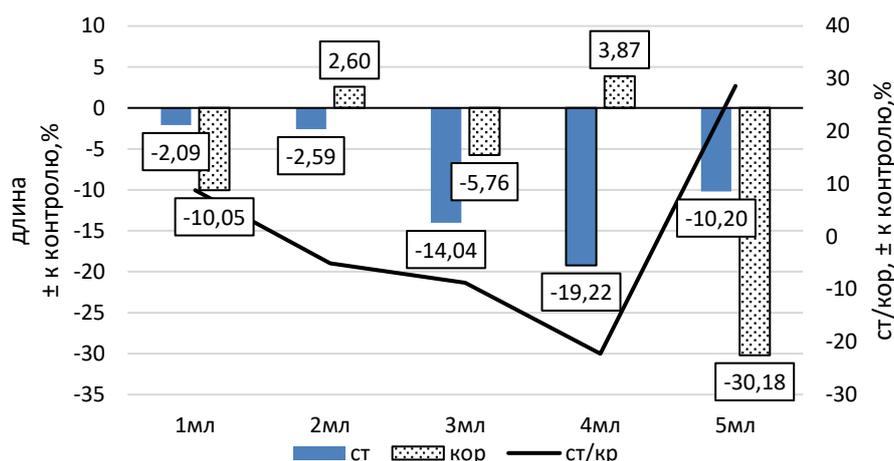


Рисунок 2 – Влияние раствора ГВ на морфометрические показатели проростков *Raphanus sativus* L.

При этом показатель средней длины стебля проростков вне зависимости от применяемой дозы ГВ был ниже, чем в контроле, достигая минимального значения в варианте 4 – $27,49 \pm 1,22$ мм, или $-19,22$ % относительно контроля.

Выводы. Гуминовые кислоты, выделенные из коммерческого препарата «Оксидат торфа», обладают выраженной биологической активностью, однако оказывают преимущественно ингибирующее влияние на регистрируемые показатели всхожести и энергии прорастания, а также морфометрические показатели. Положительное влияние ГВ выявлено лишь для показателя длины корня в вариантах 2 и 4, однако оно не было подтверждено статистически.

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

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кононова, М. М. Методы изучения органического вещества почв / М. М. Кононова, И. В. Александрова // Органическое вещество целинных

и освоенных почв : сб. ст. / отв. ред. проф. М. М. Кононова. – М. : Наука, 1972. – С. 27–36.

2. Орлов, Д. С. Гумусовые кислоты почв / Д. С. Орлов. – М. : МГУ, 1974. – 332 с.

[К содержанию](#)

УДК 581.821

Д. С. РЕДЖЕПОВ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

ВЛИЯНИЕ КОНЬЮГАТА 24-ЭПИКАСТАСТЕРОНА С ИНДОЛИЛУКСУСНОЙ КИСЛОТОЙ НА НАЧАЛЬНЫЕ ЭТАПЫ РОСТА И РАЗВИТИЯ ГРЕЧИХИ ПОСЕВНОЙ (*FAGOPYRUM ESCULENTUM* MOENCH.) СОРТА АЛЬФА

Актуальность. Гречиха – наиболее ценная крупяная культура, особенно популярная на территории постсоветского пространства, так как в гречневой крупе содержатся все вещества, необходимые для нормальной жизнедеятельности организма человека. Для ее белков характерна высокая питательная ценность и хорошая усвояемость. Они также обладают биологической полноценностью, так как содержат оптимальное сочетание незаменимых аминокислот. В гречневой крупе есть железо, кальций, фосфор, медь, цинк, в небольших количествах бор, йод, никель, кобальт, некоторые органические кислоты (лимонная, щавелевая, малеиновая) и многие важные витамины: тиамин (В₁), рибофлавин (В₂), никотиновая кислота (РР), фолиевая кислота (Р). Благодаря оптимальному сочетанию белков, витаминов, макро-, микроэлементов и ферментов употребление продуктов переработки гречихи ведет к повышению выносливости и устойчивости организма человека к неблагоприятным факторам среды [1]. Также она является очень ценным медоносом.

Но в Республике Беларусь, даже несмотря на способность этой культуры к произрастанию на самых неплодородных, в том числе песчаных и супесчаных, почвах, ее производство в последние десятилетия было не всегда рентабельно из-за сравнительно невысокой урожайности и низкой устойчивости ко многим неблагоприятным факторам, особенно климатическим. Как теплолюбивая культура, она очень чувствительна к низким температурам, которые характерны в послевсходовый период. Из-за поверхностной корневой системы она страдает от недостатка влаги,

что также нередко в нашей местности в последние годы. Эти недостатки можно хотя бы частично компенсировать использованием препаратов, содержащих биологически активные вещества. К ним относятся и брассиностероиды. Их применение для повышения устойчивости сельскохозяйственных культур к неблагоприятным факторам среды и продуктивности описано неоднократно [2]. Предполагают, что оно основано на их гормональной активности, так как сравнительно недавно они были выделены в отдельный, пятый класс растительных гормонов [3]. На основе всего комплекса исследований в Республике Беларусь два препарата стероидной природы (эпибрассинолид и гомобрассинолид) были зарегистрированы как стимуляторы прежде всего корнеобразования, а также роста, развития и устойчивости различных сельскохозяйственных культур под торговыми марками «Эпин» и «Эпин-плюс» [4]. Положительное действие растворов БС в определенных концентрациях на гречиху посевную в лабораторных и полевых экспериментах было установлено также в исследованиях, проведенных при выполнении задания ГПНИ в БрГУ имени А. С. Пушкина в 1996–2000 гг. [5; 6]. С целью создания новых, более эффективных препаратов для сельского хозяйства сотрудниками лаборатории химии стероидов ГНУ «Институт биоорганической химии НАН Беларуси» были созданы вещества с предположительно высокой биологической активностью – конъюгаты БС с органическими кислотами, в том числе индолилуксусной, также являющейся гормоном высших растений. Но их действие исследовано еще очень мало, поэтому анализ их влияния на показатели всхожести, роста и развития гречихи очень актуален и необходим для подбора оптимальных доз препаратов.

Цель – оценка влияния конъюгата 24-эпикастастерона с индолилуксусной кислотой на показатели всхожести и начальные этапы роста и развития гречихи посевной сорта Альфа в лабораторном эксперименте для подбора наиболее оптимальных доз препаратов для анализа биохимических показателей.

Материалы и методы. При проведении исследования использовали тетраиндолилацетат 24-эпикастастерона (далее – ТИА), синтезированный и предоставленный сотрудниками лаборатории химии стероидов Института биоорганической химии НАН Беларуси в виде спиртового раствора в концентрации 10^{-4} М, в сравнении с 24-эпикастастероном (далее – ЭК) и ИУК. Рабочие растворы готовили из исходного спиртового раствора путем последовательного разбавления дистиллированной водой до концентраций от 10^{-7} до 10^{-11} М. Оценку их рострегулирующей активности проводили методом проращивания в рулонах согласно СТБ 1073-97 [7]. Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием программы Excel по П. Ф. Рокицкому [8].

Тест-объектом в исследованиях являлась гречиха посевная (*Fagopyrum esculentum* Moench.) сорта Альфа. Это районированный во всех областях Республики Беларусь тетраплоидный сорт детерминантного морфотипа, который был создан методом гибридизации с последующим отбором на высокую продуктивность растения и негативным отбором по габитусу. Вегетационный период в среднем составляет 88 дней. Обладает достаточно хорошей устойчивостью к полеганию стеблестоя и осыпанию семян, также является хорошим медоносом. Технические и крупяные качества хорошие. Отличается высокой выравненностью и крупностью зерна: выравненность зерна 99,2 %, пленчатость 26,5 %, выход крупы 61,5 %, крупяного ядра 86 %, содержание белка в крупе 14,0 %. Масса 1000 семян в среднем по сортоучасткам 42,9 г. Средняя урожайность зерна за 2016–2018 гг. испытания составила 25,6 ц/га, а максимальная урожайность – 36,9 ц/га [9].

Результаты исследований. Проведенные исследования влияния ТИА в сравнении с ЭК и ИУК на морфометрические параметры гречихи посевной сорта Альфа показали, что этот конъюгат сравнительно слабо воздействовал на энергию прорастания, достоверно повысив ее на 14 % по отношению к контролю только в концентрации 10^{-8} М. Сходное, но выраженное немного слабее влияние наблюдалось и при действии самого ЭК. ИУК достоверно увеличила энергию прорастания семян только в самой высокой концентрации – $4 \cdot 10^{-6}$ М, что вполне объяснимо, так как для замачивания семян обычно рекомендуется использовать более высокие дозы ИУК. На всхожесть ни одна используемая доза ТИА, ни ЭК, ни ИУК не оказали воздействия, достоверно отличимого от контроля, что связано с более высокой стабильностью этого показателя и высококачественными семенами.

На высоту побегов ТИА оказал более выраженное влияние, достоверно повысив ее по сравнению с водным контролем в концентрациях 10^{-9} и 10^{-8} М (на 15,4 и 10,5 % соответственно), хотя ЭК влиял на этот показатель более существенно (рисунок). Сама ИУК оказала положительное влияние на этот показатель только в концентрации $4 \cdot 10^{-6}$ М, повысив ее на 7,7 % по сравнению с водным контролем. Достоверное увеличение длины корешков наблюдалось только при замачивании семян в растворе ТИА с концентрацией 10^{-8} М (+5,4 %), а ИУК на этот показатель достоверного влияния не оказала.

На массу проростков ТИА повлиял несколько сильнее, чем на длину, и ее достоверное увеличение наблюдалось при использовании растворов в концентрациях 10^{-9} и 10^{-8} М, а ИУК оказала схожее влияние только в двух самых высоких дозах ($4 \cdot 10^{-7}$ и $4 \cdot 10^{-6}$ М). Массу корешков ТИА достоверно увеличил в тех же концентрациях, что и массу проростков,

но положительное действие было выражено несколько слабее. ИУК достоверно увеличила массу корневой системы только в дозе $4 \cdot 10^{-6}$ М.

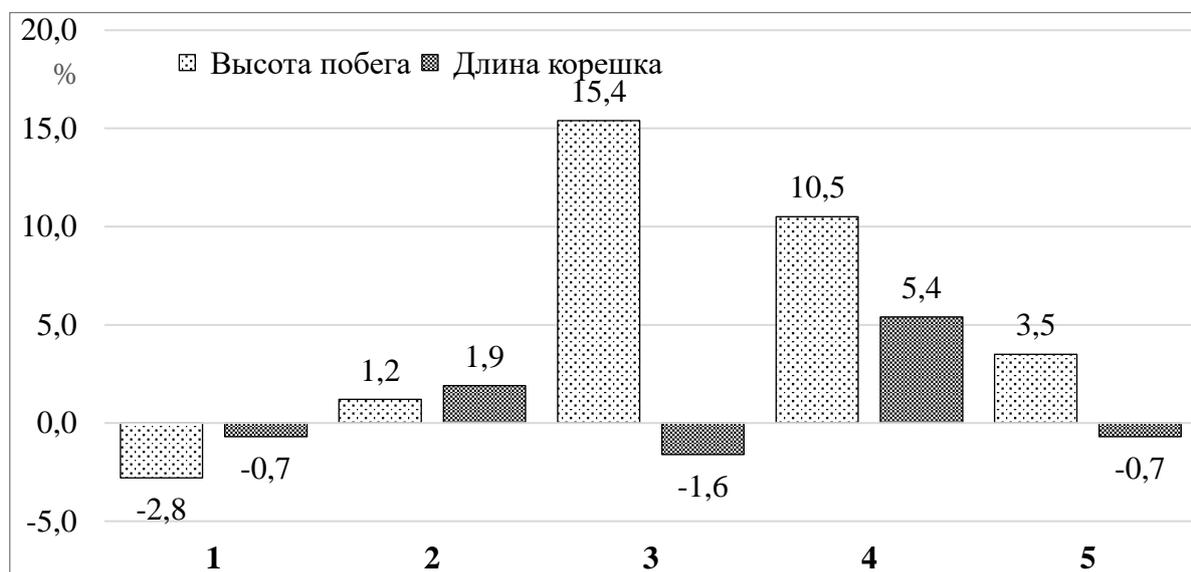


Рисунок – Влияние ТИА на высоту побегов и длину корешков гречихи посевной сорта Альфа, % относительно контроля:
1 – 10^{-11} М; **2** – 10^{-10} М; **3** – 10^{-9} М; **4** – 10^{-8} М; **5** – 10^{-7} М

Заключение. Таким образом, раствор ТИА в минимальной концентрации (10^{-11} М) не давал значимого эффекта, а в максимальной (10^{-7} М) – или оказывал ингибирующее влияние на рост гречихи посевной сорта Альфа, или различия с контролем были недостоверными. На следующем этапе исследований можно ограничиться тремя концентрациями ТИА – 10^{-10} , 10^{-9} и 10^{-8} М. ИУК действовала очень слабо, поэтому биологическая активность ее конъюгата, вероятно, зависит в основном от стероидного фрагмента.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нехаев, А. А. Высокие урожаи гречихи – каждый год / А. А. Нехаев, А. Н. Анохин. – Минск : Ураджай, 1988. – 39 с.
2. Хрипач, В. А. Брассиностероиды / Ф. А. Лахвич, В. Н. Жабинский. – Минск : Наука и техника, 1993. – 287 с.
3. Дерфлинг, К. Н. Гормоны растений / К. Н. Дерфлинг. – М. : Наука, 1989. – 351 с.
4. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / Л. В. Плешко, А. В. Майсенко, Т. И. Гололоб [и др.]. – Минск : Промкомплекс, 2014. – 628 с.

5. Кароза, С. Э. Влияние брассиностероидов на морфометрические показатели гречихи посевной (*Fagopyrum esculentum* Moench.) в лабораторных и полевых условиях (Брестская область) / С. Э. Кароза // Веснік Брэсцкага ўніверсітэта. Серыя 5, Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі. – 2018. – № 2. – С. 38–44.

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

7. Семена зерновых культур. Сортовые и посевные качества. Технические условия : СТБ 1073-97. – Введ. 01.10.97. – Минск, 1986. – 18 с.

8. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – 3-е изд., испр. – Минск : Выш. шк., 1973. – 320 с.

9. Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород. – URL: <http://sorttest.by/gosudarstvennyu-reyestr-sortov-2020-1> (дата обращения: 10.03.2021).

[К содержанию](#)

УДК 581.92:582.734

И. А. РОМАНЮК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ДРЕВЕСНЫХ ИНТРОДУЦЕНТОВ ГОРОДА КОБРИНА

Актуальность. В решении вопросов повышения обогащения и улучшения качественного состава зеленых насаждений важное место занимает интродукция ценных в хозяйственном и эстетическом отношении древесных и кустарниковых растений [1]. Интродукция – это введение дикорастущих растений в культуру как в их естественных ареалах, так и в новых местах, где они раньше не встречались. Некоторые ботаники включают в это понятие даже введение дикорастущих видов в культуру внутри их естественных ареалов.

Необходимость интродукции обусловлена постоянным стремлением человека повысить ассортимент культивируемых растений для удовлетворения своих нужд. На современном этапе целью интродукции является обогащение состава культурной флоры новыми хозяйственно полезными растениями за счет внедрения наиболее ценных видов, сортов и эколого-географических форм растений и их использование в практике народного хозяйства [2].

Изучение древесных интродуцентов является актуальной научной задачей, поскольку способствует повышению биологического разнообразия и улучшению экологического состояния урбанизированных территорий. Важно введение новых древесных видов, которые способны адаптироваться к специфическим климатическим и почвенным условиям региона, поскольку это способствует созданию устойчивых городских экосистем, повышает их сопротивляемость к фитопатогенам и климатическим изменениям, а также улучшает эстетическое восприятие городской среды.

Цель – установить видовое разнообразие древесных интродуцентов, произрастающих в г. Кобрине.

Материалы и методы. Объектом исследования являются древесные интродуцированные представители, произрастающие в г. Кобрине. Основным методом исследования был маршрутный, суть которого заключается в планомерном обследовании территории, фотографировании и сборе растений [3]. Определение изученных растений проводили с помощью определителей [4–6].

Результаты исследования. В ходе исследования было установлено, что на территории г. Кобриня произрастает 48 древесных интродуцированных растений (таблица).

Таблица – Таксономический состав древесных интродуцентов г. Кобриня

Семейство	Род	Вид
<i>Pinaceae</i> Lindl.	<i>Larix</i> Hill.	<i>Larix leptolepis</i> Gord
		<i>Larix decidua</i> Mill
	<i>Pinus</i> L.	<i>Pinus strobus</i> L.
		<i>Pinus nigra</i> Arn
	<i>Abies</i> Hill	<i>Abies alba</i> Mill.
		<i>Abies concolor</i> Lindl. et Gord.
<i>Picea</i> A. Dietr.	<i>Picea pungens</i> Engelm.	
<i>Cupressaceae</i> F. W. Neger.	<i>Thuja</i> L.	<i>Thuja occidentalis</i> L.
	<i>Juniperus</i> L.	<i>Juniperus virginiana</i> L.
<i>Salicaceae</i> Mirb.	<i>Populus</i> L.	<i>Populus pyramidalis</i> Rozier
		<i>Populus balsamifera</i> L.
<i>Moraceae</i> Lindl.	<i>Morus</i> L.	<i>Morus alba</i> L.
<i>Magnoliaceae</i> I. st. Hill.	<i>Schisandra</i> Michx.	<i>Schisandra chinensis</i> Baill.
<i>Saxifragaceae</i> DC.	<i>Philadelphus</i> L.	<i>Philadelphus coronarius</i> L.
<i>Berberidaceae</i> Torr. Et Gray	<i>Berberis</i> L.	<i>Berberis vulgaris</i> L.
<i>Rosaceae</i> Juss.	<i>Spiraea</i> L.	<i>Spiraea japonica</i> L.
		<i>Spiraea vanhouttei</i> Zbl.
		<i>Spiraea salicifolia</i> L.
		<i>Spiraea media</i> Fr. Schmidt.
	<i>Physocarpus</i> (Combess.) Maxim.	<i>Physocarpus opulifolius</i> L. Maxim.

Продолжение таблицы

	<i>Rosa</i> L.	<i>Rosa rugosa</i> Thunb.
	<i>Crataegus</i> L.	<i>Crataegus oxyacantha</i> L.
	<i>Sorbus</i> L.	<i>Sorbus aria</i> Crantz.
	<i>Cydonia</i> Mill.	<i>Cydonia oblonga</i> Mill.
	<i>Prunus</i> Mill.	<i>Prunus divaricata</i> Ldb.
		<i>Prunus domestica</i> L.
	<i>Cerasus</i> Juss.	<i>Cerasus vulgaris</i> Mill.
		<i>Cerasus avium</i> (L.) Moench.
	<i>Armeniaca</i> Scop.	<i>Armeniaca vulgaris</i> Lam.
	<i>Persica</i> Mill.	<i>Persica vulgaris</i> Mill.
<i>Fabaceae</i> Lindl.	<i>Laburnum</i> Medik	<i>Laburnum anagyroides</i> Med.
	<i>Amorpha</i> L.	<i>Amorpha fruticosa</i> L.
	<i>Robinia</i> L.	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.
		<i>Robinia viscosa</i> Vent.
	<i>Caragana</i> Lam.	<i>Caragana arborescens</i> Lam.
<i>Rutaceae</i> Juss.	<i>Phellodendron</i> Rupr.	<i>Phellodendron amurense</i> Rupr.
<i>Aceraceae</i> Lindl.	<i>Acer</i> L.	<i>Acer saccharinum</i> L.
<i>Anacardiaceae</i> Lindl.	<i>Rhus</i> L.	<i>Rhus typhina</i> L.
<i>Tiliaceae</i> Juss.	<i>Tilia</i> L.	<i>Tilia tomentosa</i> Moench.
		<i>Tilia europaea</i> L.
<i>Actinidiaceae</i> Van Tiegh.	<i>Actinidia</i> Lindl.	<i>Actinidia kolomikta</i> (Rupr.) Maxim.
<i>Hippocastanaceae</i> Burnett	<i>Aesculus</i> L.	<i>Aesculus hippocastanum</i> L.
<i>Elaeagnaceae</i> Lindl.	<i>Hippophaë</i> L.	<i>Hippophaë rhamnoides</i> L.
	<i>Elaeagnus</i> L.	<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.
<i>Oleaceae</i> Lindl.	<i>Syringa</i> L.	<i>Syringa vulgaris</i> L.
<i>Scrophulariaceae</i> Juss.	<i>Buddleja</i> L.	<i>Buddleja davidii</i> Franch.
<i>Juglandaceae</i> Lindl.	<i>Juglans</i> L.	<i>Juglans regia</i> L.
		<i>Juglans mandshurica</i> Maxim.

Заключение. В результате проведенного исследования было установлено, что в г. Кобрине произрастает 48 древесных интродуцентов, которые относятся к 19 семействам и 36 родам. Наибольшее количество относится к семейству *Rosaceae* Juss. (15 видов). Семейства *Pinaceae* Lindl. и *Fabaceae* Lindl. представлены семью и пятью видами соответственно. Наиболее малочисленными являются семейства *Cupressaceae* F. W. Neger., *Salicaceae* Mirb., *Tiliaceae* Juss., *Elaeagnaceae* Adans. и *Juglandaceae* DC. Тх Perleb (два вида). По одному представителю выявлено в семействах *Moraceae* Lindl., *Magnoliaceae* I. st. Hill., *Saxifragaceae* DC., *Berberidaceae* Torr. Et Gray, *Aceraceae* Lindl., *Rutaceae* Juss., *Anacardiaceae* R. Br., *Oleaceae* Lindl., *Hippocastanaceae* Burnett, *Actinidiaceae* Gilg & Werderm., *Scrophulariaceae* Juss.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федорук, А. Т. Интродуцированные деревья и кустарники западной части Белоруссии / А. Т. Федорук ; под ред. И. Д. Юркевича. – Минск : Изд-во БГУ, 1972. – 192 с.
2. Тупик, П. В. Интродукция древесных видов : курс лекций для студентов специальности 1-75 01 01 «Лесное хозяйство» специализации 1-75 01 01 06 «Лесовосстановление и питомническое хозяйство» / П. В. Тупик. – Минск : БГТУ, 2014. – 70 с.
3. Лемеза, Н. А. Геоботаника. Учебная практика : учеб. пособие / Н. А. Лемеза, М. А. Джус. – Минск : Выш. шк., 2008. – 255 с.
4. Определитель высших растений Беларуси / под ред В. И. Парфенова. – Минск : Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.
5. Определитель высших растений Украины / Д. Н. Доброчаева, М. И. Котов, Ю. Н. Прокудин [и др.]. – Киев : Наук. думка, 1987. – 548 с.
6. Ванин, А. И. Определитель деревьев и кустарников / А. И. Ванин. – М. : Лесная пром-сть, 1967. – 234 с.

[К содержанию](#)

УДК 582.281

А. А. САПСАЛЕВА, Ж. Я. РЕПЕТУЕВА

Минск, БГУ

Научный руководитель – А. К. Храмцов, канд. биол. наук, доцент

ФИТОПАТОГЕННЫЕ МИКРОМИЦЕТЫ ЛЮБУЖСКОГО И ПЕЧЕРСКОГО ЛЕСОПАРКОВ ГОРОДА МОГИЛЕВА

Актуальность. Фитопатогенные микромицеты парков постоянно привлекают внимание фитопатологов и микологов. В парках сконцентрированы не только аборигенные древесно-кустарниковые, травянистые растения, но и интродуценты, используемые в озеленении, вместе с которыми на данную территорию могут проникать чужеродные патогены и представлять угрозу смежным фитоценозам [1]. Исследование фитопатогенной микобиоты парковых экосистем актуально, поскольку позволяет определить поражаемость растений, используемых в озеленении, подобрать способы контроля фитопатогенных микромицетов, выявить новые чужеродные для данных территорий патогены, а также круг их хозяев и наметить тенденции к его изменению.

Цель – комплексное изучение фитопатогенных микромицетов (таксономический состав, встречаемость, интенсивность поражения растений,

скрининг на чужеродность) в Любужском и Печерском лесопарках г. Могилева, где подобные исследования практически не проводились.

Материал и методы. Материалом явились фитопатогенные микроскопические грибы, собранные в 2021–2024 гг. в Любужском и Печерском лесопарках г. Могилева и хранящиеся на кафедре ботаники Белорусского государственного университета (коллекторы В. В. Лабковская, А. А. Сапсалева, Ж. Я. Репетуева).

Территория, охваченная исследованиями, расположена в пределах геоботанической подзоны дубово-темнохвойных лесов Оршанско-Могилевского геоботанического округа Оршанско-Приднепровского геоботанического района Беларуси [2]. В работе использованы маршрутный, а также лабораторный методы микологических и фитопатологических исследований [3]. Встречаемость патогенов и степень поражения ими растений определены по соответствующим шкалам [3]. Латинские названия микромицетов и растений даны с учетом Международных глобальных баз данных Index Fungorum и Plants of the World Online (Royal Botanic Garden KEW) соответственно [4; 5].

Результаты исследований. В результате проведенных исследований в двух лесопарках нами выявлено 69 видов фитопатогенных микромицетов, которые принадлежат к трем отделам: *Ascomycota* и *Deuteromycota* (по 31 виду, 44,9 %), *Basidiomycota* (7 видов, 10,2 %) царства *Fungi*. Среди порядков в сборах преобладали мучнисторосяные грибы (порядок *Erysiphales*) – 28 видов (40,6 %), среди родов – грибы рода *Erysiphe* (16 видов, 23,2 %).

Встречаемость обнаруженных фитопатогенов колебалась от 1 балла (единично) до 5 баллов (всюду часто). Наиболее часто в Любужском и Печерском лесопарках встречались *Erysiphe divaricata* (Wallr.) Schltdl. на *Frangula alnus* Mill., *E. vanbruntiana* (W. R. Gerard) U. Braun & S. Takam. на *Sambucus racemosa* L., *Sawadaea bicornis* (Wallr.) Homma на *Acer negundo* L., *Melampsora populnea* (Pers.) P. Karst. на *Populus tremula* L., *Coryneum sorbi* Peck на *Sorbus aucuparia* L., *Septoria aegopodii* Desm. на *Aegopodium podagraria* L.

Из общего числа обнаруженных микромицетов 18 видов отнесены к чужеродным для Беларуси (*Erysiphe macleayae* R. Y. Zheng & G. Q. Chen, *E. sedi* U. Braun, *Golovinomyces asterum* (Schwein.) U. Braun, *Gymnosporangium sabiniae* (Dicks.) G. Winter, *Puccinia malvacearum* Bertero ex Mont., *Cylindrosporium maculans* (Bérenger) Jacz., *Phyllosticta paviae* Desm. и др.).

Отмеченные нами микромицеты явились причиной 13 микозов растений (мучнистая роса, шютте, черная склероциальная пятнистость, ржавчина, рамуляриоз, парша, церкоспороз, клястероспориоз, коккомикоз, коринеоз, антракноз, филлостиктоз, септориоз). Среди них в сборах преобладала мучнистая роса, которую вызывали 28 видов микромицетов (40,6 %).

Выявленные в парках фитопатогены паразитировали на дикорастущих и культивируемых голо- и покрытосеменных растениях 60 видов, 55 родов и 32 семейств. Доминировали пораженные фитопатогенами представители семейства Rosaceae (11 видов, 18,3 %). Хозяева фитопатогенов отнесены к 19 видам деревьев (31,7 %), 14 видам кустарников (23,3 %), одному виду полукустарников (1,7 %), одному виду кустарничков (1,7 %) и 25 видам травянистых растений (41,6 %).

Степень поражения растений микромицетами зарегистрирована от 1 балла (депрессия болезни) до 4 баллов (эпифитотия). Наибольшую интенсивность поражения растений вызывали *Erysiphe berberidis* DC. на *Berberis vulgaris* L., *Golovinomyces sordidus* (L. Junell) V. P. Heluta на *Plantago major* L., *Sawadaea tulasnei* (Fuckel) Homma на *Acer platanoides* L., *Ramularia taraxaci* P. Karst. на *Taraxacum* sect. *Taraxacum* F. H. Wigg., *Marssonina rosae* (Lib.) Died. на *Rosa* spp., *Sphaceloma symphoricarpi* Barrus & Horsfall на *Symphoricarpos albus* (L.) S. F. Blake.

Заключение. Результаты нашей работы позволяют утверждать, что в Любужском и Печерском лесопарках г. Могилева фитопатогенные микроскопические грибы довольно разнообразны по видовому составу и связаны с широким кругом питающих растений. Некоторые патогены часто встречаются в исследованных фитоценозах, а многие из них способны сильно угнетать растения-хозяева. На территориях, охваченных нашими исследованиями, созданы устойчивые очаги инфекции, что позволяет микромицетам ежегодно поражать растения.

Полученные нами данные могут быть учтены при инвентаризации микобиоты Беларуси, ведении многолетнего мониторинга разнообразия фитопатогенных микромицетов в г. Могилеве, разработке мероприятий по защите культивируемых растений от микозов, подборе перечня растений для озеленения г. Могилева, прогнозировании расширения у патогенов круга питающих растений и распространения указанных грибов на другие территории со сходными условиями. Таксономический состав фитопатогенных микромицетов, выявленный нами в Любужском и Печерском лесопарках г. Могилева, вероятно, не является исчерпывающим и может быть пополнен при дальнейших исследованиях.

Авторы выражают благодарность кандидату биологических наук В. Н. Тихомирову за помощь при определении растений, на которых развивались выявленные патогены.

Работа выполнена в рамках НИР «Инвазивные фитопатогенные грибы, грибоподобные организмы и беспозвоночные животные на культивируемых и близкородственных дикорастущих растениях: статус в сообществах, распространение, диагностика» (№ ГР 20211704).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чужеродные фитопатогенные микромицеты в естественных и антропогенно трансформированных фитоценозах Беларуси / А. К. Храмцов, В. Д. Поликсенова, С. Г. Сидорова [и др.] // Флора и растительность в меняющемся мире: проблемы изучения, сохранения и рационального использования : материалы II Междунар. науч. конф., Минск, 24–27 сент. 2024 г. / Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси. – Минск : ИВЦ Минфина, 2024. – С. 246–251.
2. Растительный покров Белоруссии (с картой м. 1 : 1000 000) / АН БССР ; ред. И. Д. Юркевич, В. С. Гельтман. – Минск : Наука и техника, 1969. – 176 с.
3. Альгология и микология: летняя учебная практика : учеб. пособие / А. С. Шуканов, А. И. Стефанович, В. Д. Поликсенова, А. К. Храмцов. – Минск : БГУ, 2007. – 199 с.
4. Index Fungorum : [database]. – URL: <http://indexfungorum.org> (дата обращения: 23.02.2025).
5. Plants of the World Online (Royal Botanic Garden, Kew) : [database]. – URL: <http://powo.science.kew.org> (дата обращения: 23.02.2025).

[К содержанию](#)

УДК 595.76

А. С. СВИРИДЮК

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

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

**ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И ЭКОЛОГИЯ
ГЕРПЕТОБИОНТНЫХ ЖЕСТКОКРЫЛЫХ НА ТЕРРИТОРИИ
КОБРИНСКОГО РАЙОНА (БРЕСТСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

Актуальность исследования. Представители герпетобионтных жесткокрылых обитают среди растительных или иных органических остатков на поверхности почвы или в толще подстилки, играют значимую роль в составе почвенной мезофауны исследуемой территории. Отличаясь высоким видовым и экологическим разнообразием, герпетобионтные жесткокрылые участвуют в возвращении в почву питательных веществ, вынесенных из нее растениями, и являются неотъемлемой частью единой системы трофических связей [1, с. 3]. Исследование фауны и экологии герпетобионтных жесткокрылых на территории Кобринского района проводилось впервые.

Цель исследования – выявить особенности видового разнообразия и экологии герпетобионтных жесткокрылых на территории Кобринского района Брестской области.

Материалы и методы. Сбор герпетобионтных жесткокрылых проводили с мая по август 2024 г. с помощью почвенных ловушек Барбера. Ловушки устанавливались в биотопах на территории Кобринского района: Б1 – сосновый лес, Б2 – суходольный луг, Б3 – полиагроценоз [2, с. 95]. Далее в лабораторных условиях проводили расправление, определение и монтирование материала согласно общепринятой методике [3].

Результаты и обсуждение. По итогам проведенных исследований за полевой сезон 2024 г. в трех биотопах на территории Кобринского района установлено обитание 42 видов герпетобионтных жесткокрылых (отряд *Coleoptera*) из 13 семейств, 27 подсемейств и 37 родов. Преобладают виды из семейства *Carabidae* (Жужелицы) – 13 видов (или 31 % от общего числа). Из семейства *Scarabaeidae* (Пластинчатоусые) зарегистрировано восемь видов (19 %) герпетобионтных жесткокрылых, в то время как семейство *Cerambycidae* (Усачи) представлено пятью видами (12 %). Остальные семейства герпетобионтных жесткокрылых малочисленны и насчитывают от одного до трех видов (рисунок 1).

По типу питания в общем сборе доминируют зоофаги, насчитывающие 12 видов (или 29 % от общего числа) (рисунок 2).

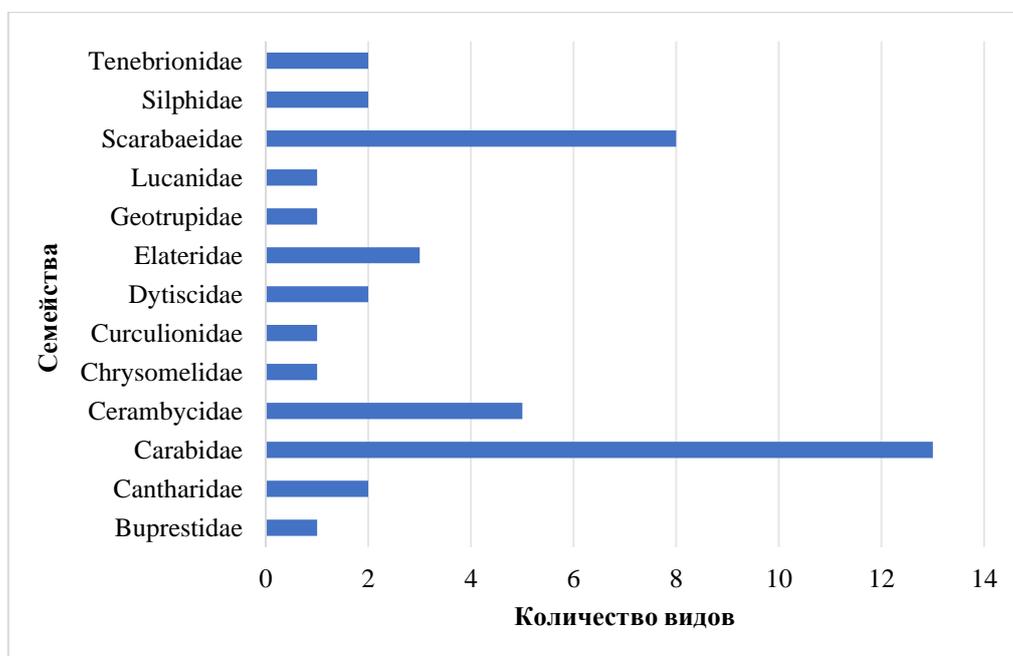


Рисунок 1 – Видовое разнообразие герпетобионтных жесткокрылых на территории Кобринского района

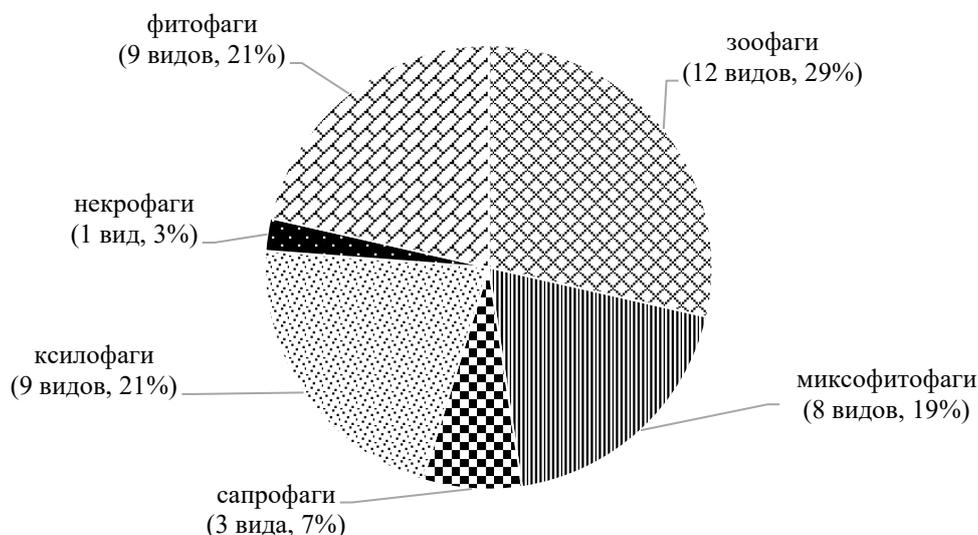


Рисунок 2 – Пищевая специализация герпетобионтных жесткокрылых на территории Кобринского района

Зоофаги представлены такими видами, как *Broscus cephalotes* (Linnaeus, 1758), *Calathus erratus* (C. R. Sahlberg, 1827), *Calathus fuscipes* Goeze, 1777, *Cantharis fusca* Linnaeus, 1758, *Cantharis rustica* Fallen, 1807, *Cicindela sylvatica* Linnaeus, 1758, *Colymbetes fuscus* (Linnaeus, 1758), *Dytiscus marginalis* Linnaeus, 1758, *Nebria brevicollis* (Fabricius, 1792), *Phosphuga atrata* (Linnaeus, 1758), *Pterostichus niger* (Schaller, 1783), *Pterostichus strenuus* (Panzer 1796). Среди фитофагов (питающихся растительной пищей) и ксилофагов (питающихся древесиной) отмечено по 9 видов (21 %) жесткокрылых соответственно. Среди миксофитофагов зарегистрировано восемь видов (или 19 %). К сапрофагам принадлежит три вида: *Anoplotrupes stercorosus* (Scriba 1791), *Geotrupes stercorarius* (Linnaeus 1758), *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758. Отмечен один вид-некрофаг, *Silpha obscura* Linnaeus, 1758, питающийся остатками мертвых животных.

Анализ численного обилия показал доминирование вида *Dorcus parallelipedus* (Linnaeus, 1758) среди 20 видов герпетобионтных жесткокрылых, отмеченных в Б3 (полиагроценоз). В Б1 (сосновый лес) среди зарегистрированных 13 видов доминирует *Hylobius abietis* (Linnaeus, 1758), в то время как среди 24 видов жесткокрылых, отмеченных в Б2 (суходольный луг), – *Calathus erratus* (C. R. Sahlberg, 1827).

Заключение. По результатам проведенных исследований, на территории Кобринского района Брестской области обнаружено 42 вида герпетобионтных жесткокрылых из 13 семейств, 27 подсемейств и 37 родов. Согласно пищевой специализации отмечены ксилофаги, миксофитофаги,

фитофаги, сапрофаги, некрофаги с преобладанием зоофагов – 13 видов (или 29 % от общего числа). Анализ численного обилия показал доминирование трех видов: *Dorcus parallelipedus* (Linnaeus, 1758), *Hylobius abietis* (Linnaeus, 1758) и *Calathus erratus* (C. R. Sahlberg, 1827).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Конакова, Т. Н. Разнообразие и экология герпетобионтных жесткокрылых (Coleoptera: Carabidae, Staphylinidae) в лесах подзоны средней тайги Республики Коми : автореф. дис ... канд. биол. наук : 03.02.08 / Конакова Татьяна Николаевна. – Сыктывкар, 2012. – 19 с.

2. Свиридчук, А. С. Предварительные итоги изучения герпетобионтных жесткокрылых (Coleoptera) на территории Кобринского района (Брестская область) / А. С. Свиридчук, 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. 95–96.

3. Фасулати, К. К. Полевое изучение наземных беспозвоночных / К. К. Фасулати. – 2-е изд. – М. : Высш. шк., 1971. – 424 с.

[К содержанию](#)

УДК 631.46

Е. Ю. СИДУН

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

КАТАЛАЗНАЯ АКТИВНОСТЬ НЕКОТОРЫХ ПРИДОРОЖНЫХ ПОЧВ ГОРОДА БРЕСТА

Актуальность. Особенностью урбопедогенеза является функционирование почв в условиях совокупности антропогенных и техногенных факторов, обладающих мощным воздействием на наиболее чувствительный к изменениям окружающей среды компонент почвы – почвенную биоту. Почвенные микроорганизмы одними из первых реагируют даже на незначительные изменения в своей среде обитания. Активность функционирования микробиологического комплекса можно рассматривать как индикатор экологического состояния территории [1]. Одним из показателей для оценки биологической активности почв можно рассматривать активность каталазы – распространенного почвенного фермента класса

оксидоредуктаз, являющегося внутриклеточным ферментом аэробных микроорганизмов, который может оставаться активным и вне клеток, иммобилизуясь на поверхности глинистых минералов или связываясь с органическими коллоидами [2]. Снижение активности каталазы в условиях техногенного влияния выявлено во многих исследованиях [3; 4].

Цель – оценить каталазную активность придорожных почв в юго-западной части г. Бреста.

Материалы и методы. Исследования проводились на базе кафедры ботаники и экологии в 2023–2024 гг. Объектами исследования послужили 40 почвенных образцов придорожных почв в юго-западной части г. Бреста.

Исследование каталазной активности почв проводили с использованием газометрического метода, основанного на определении объема кислорода, который выделяется в результате реакции расщепления перекиси водорода [5].

Результаты исследований. Согласно полученным результатам, почвы исследованных придорожных территорий в целом характеризуются низкими значениями каталазной активности – $0,76 \pm 0,09$ млО₂/г почвы. При этом следует отметить значительное варьирование данных – от 0,31 до 2,60 млО₂/г.

Наиболее слабая активность каталазы выявлена в условиях Варшавского шоссе – $0,45 \pm 0,05$ млО₂/г почвы (рисунок). При этом даже самое высокое значение среди почв, прилегающих к Варшавскому шоссе, не превышало 1 млО₂/г почвы, что свидетельствует о низкой скорости окислительных процессов, происходящих в почве. Столь низкие значения вполне возможно объяснить тем, что здесь же отмечена и наиболее высокая активность движения автомобильного транспорта среди изученных территорий – более 2000 авт/ч.

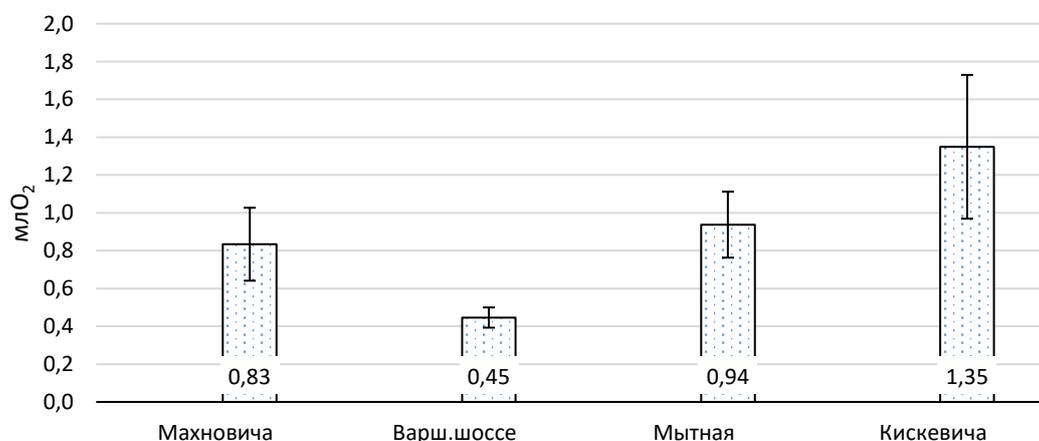


Рисунок – Активность каталазы в почвах придорожных территорий г. Бреста

Средние значения активности каталазы, не превышающие 1 млО₂/г, также выявлены и для почв по ул. Махновича и ул. Мытной – 0,83 и 0,94 млО₂/г соответственно.

Заключение. Биологическая активность исследованных почв придорожных территорий была очень низкой. Наиболее низкие показатели отмечены в почвах, прилегающих к Варшавскому шоссе, – 0,45 ± 0,05 млО₂/г.

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

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Казеев, К. Ш. Биология почв Юга России / К. Ш. Казеев, С. И. Колесников, В. Ф. Вальков. – Ростов н/Д : Изд-во ЦВВР, 2004. – 350 с.
2. Хазиев, Ф. Х. Экологические связи ферментативной активности почв / Ф. Х. Хазиев // Экобиотех. – 2018. – Т. 1, № 2. – С. 80–92.
3. Девятова, Т. А. Биодиагностика техногенного загрязнения почв / Т. А. Девятова // Экология и промышленность России. – 2006. – № 1. – С. 36–37.
4. Самусик, Е. А. Ферментативная активность дерново-подзолистых почв в условиях воздействия выбросов предприятия по производству строительных материалов / Е. А. Самусик, С. Е. Головатый // Журнал Белорусского государственного университета. Экология. – 2022. – № 1. – С. 110–113.
5. Методы почвенной микробиологии и биохимии / под ред. Д. Г. Звягинцева. – М. : Изд-во МГУ, 1991. – 304 с.

[К содержанию](#)

УДК 591.526

В. А. СМОЛЯГ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

ВИДОВОЙ СОСТАВ ОТРЯДА ЧЕШУЕКРЫЛЫХ (LEPIDOPTERA) ГОРОДА БРЕСТА И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ

Актуальность. Актуальность темы обусловлена важностью изучения видового состава отряда чешуекрылых (*Lepidoptera*) г. Бреста и его окрестностей. Бабочки выполняют весьма значимую экологическую функцию,

участвуя в опылении растений, а их личинки часто являются вредителями сельскохозяйственных культур и лесных насаждений. Чешуекрылые также могут служить индикаторами состояния окружающей среды, так как они, как и другие насекомые, чутко реагируют на изменения в экосистемах, обусловленные урбанизацией и антропогенным воздействием [1]. Определение на первом этапе таксономической структуры отряда чешуекрылых, а также выявление фоновых, массовых, локальных и редких видов на исследуемой территории имеет важное значение для оценки текущего состояния биоразнообразия этого отряда насекомых [2]. Исследования такого плана, проводимые на территории различных городов Республики Беларусь, создают научную базу для дальнейшего мониторинга этого таксона и разработки мер по охране природы [2].

Цель работы – изучение видового состава отряда чешуекрылых г. Бреста и его окрестностей. Исходя из поставленной цели, нами определены следующие задачи: 1) выявить видовой состав и таксономическую структуру представителей отряда чешуекрылых г. Бреста и его окрестностей; 2) произвести количественный учет отловленных особей бабочек; 3) установить фоновые, массовые, локальные и редкие виды представителей отряда чешуекрылых на исследуемой территории.

Материалы и методы. Отлов особей дневных бабочек производился с помощью сачка, затем пойманные экземпляры обездвигивались стандартным методом путем сдавливания груди, расправлялись на пенопласте и монтировались в энтомологическую коллекцию [3]. После высыхания бабочек осуществляли определение их видовой принадлежности. При этом использовали различные определители видов [4]. Полученные результаты сравнивали со списком представителей отряда чешуекрылых, характерных для территории Республики Беларусь [5].

Результаты исследования. Видовой состав отряда чешуекрылых (*Lepidoptera*) г. Бреста и его окрестностей представлен в таблице.

Таблица – Видовой состав отряда чешуекрылых (*Lepidoptera*)

Семейство <i>Nymphalidae</i>
<i>Aglais io</i> (Linnaeus, 1758) (Павлиний глаз)
<i>Vanessa atalanta</i> (Linnaeus, 1758) (Адмирал)
<i>Melanargia galathea</i> (Linnaeus, 1758) (Пестроглазка галатея)
<i>Apatura ilia</i> (Denis et Schiffermuller, 1775) (Переливница тополевая)
<i>Issoria lathoria</i> (Linnaeus, 1758) (Перламутровка блестящая)
<i>Coenonympha pamphilus</i> (Linnaeus, 1758) (Сенница памфил)
<i>Argynnis paphia</i> (Linnaeus, 1758) (Перламутровка большая)
<i>Polygonia c-album</i> (Linnaeus, 1758) (Углокрыльница с-белое)

Продолжение таблицы

<i>Aphantopus hyperantus</i> (Linnaeus, 1758) (Глазок цветочный)
<i>Coenonympha glycerion</i> (Borkhausen? 1788) (Сенница гликерион)
<i>Maniola jurtina</i> (Linnaeus, 1758) (Воловий глаз)
<i>Pararge aegeria</i> (Linnaeus, 1758) (Краеглазка эгерия)
<i>Araschnia levana</i> (Linnaeus, 1758) (Пестрокрыльница изменчивая)
Семейство <i>Noctuidae</i>
<i>Agrotis segetum</i> (Denis et Schiffermuller, 1775) (Совка озимая)
Семейство <i>Crambidae</i>
<i>Sitochroa paliealis</i> (Denis et Schiffermuller, 1775) (Бледный луговой мотылек)
Семейство <i>Arctiidae</i>
<i>Spilosoma lubricipeda</i> (Linnaeus, 1758) (Медведица крапчатая)
<i>Phragmatobia fuliginosa</i> (Linnaeus, 1758) (Медведица бурая)
Семейство <i>Zygaenidae</i>
<i>Zygaena filipendulae</i> (Linnaeus, 1758) (Пестрянка таволговая)
Семейство <i>Hesperiidae</i>
<i>Thymelicus lineola</i> (Ochsenheimer, 1808) (Толстоголовка тире)
Семейство <i>Sphingidae</i>
<i>Deilephila porcellus</i> (Linnaeus, 1758) (Бражник малый винный)
<i>Agrius convolvuli</i> (Linnaeus, 1758) (Бражник вьюнковый)
Семейство <i>Papilionidae</i>
<i>Paoilio machaon</i> (Linnaeus, 1758) (Махаон)
Семейство <i>Pieridae</i>
<i>Gonepteryx rhamni</i> (Linnaeus, 1758) (Лимонница)
<i>Pieris rapae</i> (Linnaeus, 1758) (Белянка репная)
<i>Calias hyale</i> (Linnaeus, 1758) (Желтушка луговая)
Семейство <i>Geometridae</i>
<i>Timandra comae</i> () (Пяденица щавелевая)
<i>Geometra papilionaria</i> (Linnaeus, 1758) (Пяденица большая зеленая)
<i>Lomaspilis marginata</i> (Linnaeus, 1758) (Пяденица окаймленная)
Семейство <i>Lycaenidae</i>
<i>Polyommatus icarus</i> (Rottemburg, 1775) (Голубянка икар)
<i>Cyaniris semiargus</i> (Rottemburg, 1775) (Голубянка лесная)
<i>Lycaena vingaureae</i> (Linnaeus, 1758) (Червонец огненный)
<i>Lycaena tityrus</i> (Poda, 1761) (Червонец чернопятнистый)
<i>Lycaena phlaeas</i> (Linnaeus, 1761) (Червонец пятнистый)
<i>Polyommatus coridon</i> (Poda, 1761) (Голубянка коридон)
<i>Polyommatus bellargus</i> (Rottemburg, 1775) (Голубянка красивая)

На территории г. Бреста и его окрестностей было обнаружено 35 видов, принадлежащих 11 семействам. Наиболее многочисленными особями являлись: *Aglais io* – 11 особей, *Vanessa atalanta* – 14 особей, *Maniola jurtina* – 12 особей, *Gonepteryx rhamni* – 12 особей, *Pieris rapae* – 16 особей. Единичными экземплярами были представлены следующие виды: *Apatura ilia* – 2 особи, *Argynnis raphia* – 2 особи, *Paonilio machaon* – 2 особи, *Deilephila porcellus* – 1 особь, *Agrius convolvuli* – 1 особь.

Заключение. Таким образом, на территории г. Бреста и его окрестностей за летний период 2024 г. всего было обнаружено 35 видов отряда чешуекрылых (*Lepidoptera*), принадлежащих 11 семействам. Наиболее массовыми являлись *Pieris rapae* и *Vanessa atalanta*. Исследования видового состава этой группы насекомых необходимо продолжать для выявления охраняемых видов с целью сохранения разнообразия представителей этого таксона для поддержания биологического равновесия в биосфере.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смирнов, А. В. Роль бабочек в экосистемах: Опылители и биоиндикаторы / А. В. Смирнов, Е. К. Федотов // Биологические науки. – 2021. – Т. 34, № 6. – С. 45–58.

2. Иванов, И. П. Влияние антропогенных факторов на биоразнообразие насекомых / И. П. Иванов, А. В. Сидоров // Экология и природа. – 2022. – Т. 12, № 4. – С. 56–58.

3. Учебная полевая практика по зоологии беспозвоночных : учеб.-метод. пособие / Р. Т. Багиров, Ю. М. Максимова, Е. Ю. Субботина, М. В. Щербаков. – Томск : Изд. Дом Томского гос. ун-та, 2019. – С. 22–24.

4. Каталог чешуекрылых Беларуси. – URL: <https://butterflylib.ru/books/item/f00/s00/z0000020/index.shtml> (дата обращения: 15.01.2025).

5. Стрекозы Беларуси. – URL: <https://odonata.weebly.com> (дата обращения: 15.03.2024).

[К содержанию](#)

УДК 581.821

А. И. СТАНИСЛАВЕЦ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

**АНАЛИЗ СОВМЕСТНОГО ВЛИЯНИЯ ИОНОВ КАДМИЯ
С ТЕТРАСУКЦИНАТОМ 24-ЭПИКАСТАСТЕРОНА
НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ОВСА ПОСЕВНОГО
(*AVENA SATIVA* L.)**

Актуальность. Овес посевной является ценной сельскохозяйственной культурой из семейства злаковых, которая возделывается повсеместно [1]. Районированные в Республике Беларусь сорта овса дают высококачественное сырье для переработки на пищевые продукты и производство полноценных комбикормов для птицы и молодняка скота. В его зерне содержится достаточно много белка (до 18 %) и жира (до 7 %). Высокое содержание клетчатки и малое количество пленок делают его ценным и экономически выгодным продуктом [2]. Несмотря на устойчивость ко многим неблагоприятным факторам, эта культура достаточно чувствительна к отрицательному влиянию потенциально токсичных элементов (тяжелых металлов), которые подавляют прежде всего рост корневой системы. К одним из наиболее опасных тяжелых металлов относится кадмий, вызывающий некроз зоны роста корней, их гибель, увядание и хлороз листьев и в итоге – гибель растений. Для частичной нейтрализации этого влияния можно использовать брассиностероиды, являющиеся стрессовыми адаптогенами [3]. К ним относится и эпикастастерон, металлопротекторная активность которого исследована на многих культурах, в том числе и в БрГУ имени А. С. Пушкина на овсе посевном [4]. Сейчас синтезирован его конъюгат с янтарной кислотой, также обладающей биологической активностью, и его металлопротекторная активность требует изучения.

Цель – определить на овсе посевном концентрации тетрасукцината 24-эпикастастерона (далее – ТС) с наиболее выраженной металлопротекторной активностью по отношению к ионам кадмия.

Материалы и методы. Материал для исследования – овес посевной (*Avena sativa* L.) среднеспелого низкопенчатого сорта Лидия, включенного в госреестр сортов еще в 2011 г. и районированного для всех областей Республики Беларусь [5]. Предметом исследования являлся анализ влияния на его всхожесть, рост и развитие растворов ТС в спектре концентраций от 10^{-8} до 10^{-10} М на фоне действия раствора $Cd(NO_3)_2$ в подобранной

в более ранних исследованиях концентрации 10^{-4} М. Проращивание гречихи производили рулонным методом в условиях, соответствующих СТБ 1073-97 [6]. Статистическую обработку проводили по П. Ф. Рокицкому с использованием программы Microsoft Excel.

Результаты исследования. В проведенных нами ранее исследованиях были установлены три концентрации тетраэдрического тетраасукцината 24-эпикастастерона, проявившие максимальную положительную рострегулирующую активность на овсе посевном сорта Лидия. В этом исследовании мы оценивали влияние растворов ТС в этих концентрациях на фоне действия раствора $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$.

Ионы кадмия, вопреки ожиданию, оказали на энергию прорастания хоть и подавляющее, но слабо выраженное действие: снизили ее с 56,5 % в контроле с водой до 47,0 %, что, вероятно, объясняется сравнительно коротким периодом (трое суток) до определения этого показателя. Раствор ТС в концентрации 10^{-9} М повысил ее до 55,5 %, а в остальных вариантах разница была с влиянием самого металла очень незначительной.

Всхожесть ионы кадмия снизили намного сильнее: с 79,0 % в контроле с водой до 48,5 %, что, вероятно, объясняется более длительным сроком до определения этого показателя (рисунок). Доза ТС в 10^{-10} М оказала слабое отрицательное влияние, а две остальные дозы повысили ее, но не смогли полностью компенсировать отрицательное влияние $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$.

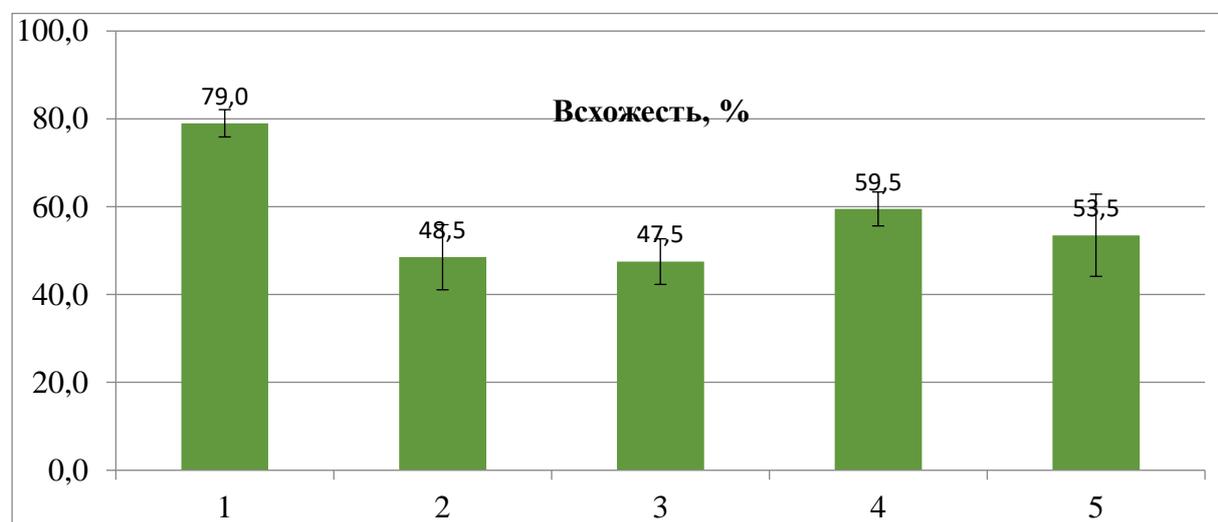


Рисунок – Совместное влияние растворов ТС и $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ на энергию прорастания овса посевного сорта Лидия, %:

1 – контроль вода, 2 – контроль $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, 3, 4, 5 – растворы ТС с концентрациями 10^{-10} , 10^{-9} и 10^{-8} М соответственно

На высоту проростков раствор $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ повлиял слабее, но также достоверно уменьшил ее до 138,5 мм, тогда как в контроле она была 143,6 мм. Растворы ТС при возрастании концентрации во всех вариантах достоверно, по сравнению с вариантом только с металлом, увеличивали ее до 144,7, 158,5 и 168,0 мм соответственно, что даже превышало значение контроля с водой.

Массу проростков ионы кадмия уменьшили значительно сильнее, чем высоту: 1,51 г при проращивании в воде и 1,08 г – в растворе $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$. Растворы ТС при увеличении дозы действующего вещества увеличивали и массу проростков от 1,11 (10^{-10} М) до 1,41 (10^{-9} М), но достоверные отличия от контроля с $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ были только во втором варианте, а максимальная доза ТС даже недостоверно уменьшала этот показатель до 1,05 г.

Длину корешков раствор нитрата кадмия достоверно уменьшил с 45,3 мм в водном контроле до 31,3 мм. Растворы ТС в концентрациях 10^{-8} и 10^{-9} М достоверно увеличивали ее до 40,0 и 40,7 мм соответственно, а при использовании дозы 10^{-10} М происходило недостоверное снижение этого показателя до 31,3 мм.

Массу корней ионы кадмия достоверно снизили с 0,24 г в контроле с водой до 0,17 г. Во всех вариантах с ТС наблюдалось увеличение их массы, причем максимальное – при использовании раствора ТС в концентрации 10^{-10} М (0,18 г), но по различию с действием только $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ были недостоверными из-за сравнительно малой повторности.

Заключение. Таким образом, мы установили, что тетрасукцинат 24-эпикастастерона обладает металлопротекторной активностью в отношении ионов кадмия. Наиболее ярко она проявилась при анализе всхожести и морфометрических показателей. Растворы ТС смогли почти полностью нивелировать отрицательное влияние низкой дозы $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ на надземную часть и лишь частично – на подземную, так как Cd^{2+} повреждает ее в первую очередь.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Овес посевной. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Овёс_посевной#Ботаническое_описание (дата обращения: 23.03.2024).
2. Овес. – URL: <http://agriculture.by/articles/rastenievodstvo/zernovye-novinki-belorussoj-selekcii> (дата обращения: 23.03.2024).
3. Хрипач, В. А. Брассиностероиды / В. А. Хрипач, Ф. А. Лахвич, В. Н. Жабинский. – Минск : Наука и техника, 1993. – 287 с.
4. Биологическая активность брассиностероидов и стероидных гликозидов / С. Э. Кароза, Е. Г. Артемук, А. П. Колбас [и др.] ; под общ. ред. С. Э. Карозы ; Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина. – Брест : БрГУ, 2020. – 260 с.

5. Государственный реестр сортов. – 2020. – URL: https://www.sorttest.by/gosudarstvennyu_reyestr_2020.pdf (дата обращения: 03.02.2022).

6. Семена зерновых культур. Сортовые и посевные качества. Технические условия : СТБ 1073-97. – Введ. 01.10.97. – Минск, 1986. – 18 с.

[К содержанию](#)

УДК 631.4

И. А. СУШКО

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

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

СОДЕРЖАНИЕ АЗОТА АММОНИЙНОГО В ПОЧВАХ РАЗЛИЧНЫХ КАТЕГОРИЙ ЗЕМЕЛЬ ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Актуальность. Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов относятся к приоритетным направлениям государственной политики Республики Беларусь. Почвенный покров является одним из важнейших видов природных ресурсов окружающей среды любого региона мира [1].

Среди различных питательных веществ в почве азот является жизненно важным макроэлементом для растений, важнейшим компонентом аминокислот, которые служат строительными блоками ферментов и белков в растениях. Кроме того, азот является частью молекулы хлорофилла, важнейшего фактора фотосинтеза для поглощения энергии солнечного света, способствуя росту растений. Растения поглощают и усваивают азот из почвы в форме нитрата, ионов аммония и доступных аминокислот из органических источников. Основными источниками поступления азота в почву являются: атмосферные осадки; азотфиксация свободноживущими микроорганизмами и клубеньковыми бактериями в почвах, а также разложение растительных и животных остатков [2]. Однако отмечающееся в последние десятилетия увеличение антропогенного поступления азота в почву снижает эффективность использования азота растениями, что приводит к выщелачиванию большого количества азота в почве, газообразным потерям азота и, как следствие, загрязнению окружающей среды.

Сравнение анализируемых химических веществ в почвах на территории Республики Беларусь с предельно допустимой концентрацией

проводится в соответствии с экологическими нормами и правилами (ЭкоНиП) 17.03.01-001-2021 [3]. Данный документ устанавливает нормативы содержания химических веществ в почвах, дифференцированные для почв (грунтов) различного гранулометрического состава, различных категорий земель, территориальных зон по преимущественному функциональному использованию территорий населенных пунктов, природных территорий, подлежащих особой и (или) специальной охране, и требования к их применению. Однако в утвержденном документе ПДК азота аммонийного в почвах не установлено.

Необходимо отметить, что разработка дифференцированного норматива для азота аммонийного позволит сократить время на отбор проб за счет того, что не будет необходимости в отборе проб фоновой территории, а также сократит финансовые затраты на дополнительные химические реактивы.

Цель – определить фоновое содержание азота аммонийного в почвах земель населенных пунктов, земель сельскохозяйственного назначения и земель лесного фонда на территории Гродненской области как основы для разработки нормативов.

Материалы и методы. В качестве объекта исследования были выбраны земельные участки целого ряда природопользователей Гродненской области. В течение 2022–2024 гг. было исследовано 12 фоновых площадок на землях населенных пунктов, садоводческих товариществ, дачных кооперативов, 66 фоновых площадок на сельскохозяйственных землях и три фоновые площадки на землях лесного фонда.

Отбор точечных проб на пробных площадках проводился по двум интервалам глубин слоев почвы (грунта): 0–19,9 см и 20,0–50,0 см (ТКП 17.03-01-2020). Масса точечной пробы составляла более 0,2 кг. Общее количество отобранных проб почв на протяжении 2022–2024 гг. составило более 1400. В рамках лабораторных исследований определены гранулометрический состав почв (ТКП 17.03-01-2020) и массовая доля сухого вещества (ГОСТ Р ИСО 11465-2011). Концентрация азота аммонийного устанавливалась с применением спектрофотометрического метода (СТБ 17.13.05-24-2011/ISO/TS 14256-1:2003).

Результаты исследований. Результаты проведенных исследований позволили дать оценку не только пространственной, но и временной динамики содержания азота аммонийного в почвах районов размещения объектов. Были выявлены диапазоны концентрации азота аммонийного на двух глубинах для трех категорий земель Гродненской области (таблица).

Таблица – Концентрации азота аммонийного в различных категориях земель Гродненской области

Категория земель	Глубина, см	Концентрация азота аммонийного, мг/кг
Земли населенных пунктов, садоводческих товариществ, дачных кооперативов	0–19,9	0,8–6,4
	20,0–50,0	0,6–4,7
Земли сельскохозяйственного назначения	0–19,9	1,0–5,1
	20,0–50,0	0,6–3,7
Земли лесного фонда	0–19,9	7,5–7,8
	20,0–50,0	5,3–5,5

Во всех типах земель более высокие концентрации азота аммонийного выявлены в верхних горизонтах (на глубине 0–19,9 см). Это может быть связано как с накоплением органических азотсодержащих веществ на поверхности, так и с ограничением проникновения глубже, поскольку верхний слой почвы действует как фильтр, задерживающий часть из них.

Наиболее высокие концентрации азота аммонийного были отмечены в почвах земель лесного фонда, что может быть связано как с количеством поступающего органического вещества в почвы, так и с влажностью почвы. По мере нарастания влажности почв количество азота аммонийного в корнеобитаемом слое может возрасти в результате микробной деструкции азотсодержащих органических соединений. В других почвах эта корреляция менее тесная, так как большое накопление азота в этих почвах объясняется слабым использованием его растительностью в условиях избыточного увлажнения и накоплением в почве.

За фоновую концентрацию принимается значение концентрации химического вещества в объединенной пробе, которое является наименьшим из всех значений, полученных после проведения измерений концентрации химического вещества во всех объединенных пробах, отобранных на всех пробных площадках из одного слоя почвы (грунта). Средние концентрации, которые могут быть использованы как фоновые, в почвах земель населенных пунктов, садоводческих товариществ и дачных кооперативов в верхних и нижних горизонтах составили 3,40 и 2,38 мг/кг соответственно; земель сельскохозяйственного назначения – 2,47 и 1,97 мг/кг соответственно; земель лесного фонда – 7,63 и 5,4 мг/кг соответственно.

Заключение. Для оценки состояния почв земельного участка природопользователя и сопредельных территорий рекомендуется использовать экологические нормы: оптимальное содержание доступных форм азота, составляющее для земель населенных пунктов, садоводческих товариществ и дачных кооперативов, – ниже 5,0 мг/кг; земель сельскохозяйственного назначения – ниже 4,0 мг/кг; земель лесного фонда – ниже 8,0 мг/кг.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Куликов, Я. К. Экологические проблемы Беларуси : курс лекций для студентов биол. фак. / Я. К. Куликов. – Минск : БГУ, 2006. – 104 с.

2. Ересько, М. А. О необходимости совершенствования нормативов предельно допустимых концентраций минеральных форм азота в почвах / М. А. Ересько, Н. В. Клебанович // Природные ресурсы. – 2019. – № 1. – С. 14–23.

3. Охрана окружающей среды и природопользование. Земли (в том числе почвы). Нормативы качества окружающей среды. Дифференцированные нормативы содержания химических веществ в почвах и требования к их применению : ЭкоНиП 17.03.01-001-2021. – Введ. 25.11.2021. – Минск : Минприроды, 2021. – 22 с.

[К содержанию](#)

УДК 631.45

Е. В. ЧИПУРНЫХ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

**ИЗМЕНЕНИЕ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
LEPIDIUM SATIVUM L. ПОД ВЛИЯНИЕМ НЕКОТОРЫХ
ПОЧВЕННЫХ ДОБАВОК В УСЛОВИЯХ ЗАСОЛЕНИЯ**

Актуальность. Галит – каменная соль, минерал подкласса хлоридов, кристаллическая форма хлорида натрия [1]. Галит в связи со своими эффективными противогололедными свойствами получил широкое распространение в коммунальном хозяйстве. Хоть минерал не является токсичным, чрезмерная эксплуатация галита приводит к засолению окружающей среды [2]. Засоление снижает урожай всех сельскохозяйственных культур, оказывает негативное влияние на круговорот движения веществ, происходящий в почвенной системе [3].

Цель – оценить протекторное действие ряда почвенных добавок для преодоления солевого стресса у кресс-салата в условиях засоления различной интенсивности.

Материалы и методы. В качестве почвенных добавок использовали биопрепарат «Profit триходерма» (далее – Pr), а также препараты на основе биологически активных веществ – гуминовый препарат «Оксидат торфа» (далее – OT) и дрожжевой препарат «Ростмомент» (далее – PM).

Применяемые препараты готовили согласно прилагаемым инструкциям и вносили в загрязненную NaCl почву.

Дозы соли, вносимые в почву, составили 170 г/м² и 240 г/м², что соответствует условиям борьбы с образованием гололеда толщиной 1 мм при диапазонах температур 0...–5 °С и –6...–10 °С согласно рекомендации, указанной в приказе Комитета по автомобильным дорогам при Министерстве транспорта и коммуникаций Республики Беларусь от 20.11.2000 № 216 «Об утверждении руководящего документа».

Для проведения лабораторного опыта использовали пластиковые емкости (кюветы) размером 22 × 15 × 5 см. На дно кювет помещали 70 г подготовленной почвы, приливали соответствующий раствор или отстоявшуюся водопроводную воду для формирования равной увлажненности образцов. На поверхность почвенной пластинки помещали слой фильтровальной бумаги и равномерно распределяли семена тест-культуры в количестве 50 штук. Полив почвенных образцов осуществляли отстоянной водопроводной водой. В качестве тест-объекта применяли кресс-салат (*Lepidium sativum* L.) сорта Обыкновенный. На пятый день эксперимента измеряли длину корней и стеблей проростков тест-культуры. Дополнительно рассчитывали показатели отношения длины стебля к корню.

Исследования проводились на базе кафедры биологических и химических технологий Брестского государственного университета имени А. С. Пушкина в 2024 г. Повторность опытов – трехкратная. Статистическая обработка результатов проводилась с использованием Microsoft Office Excel.

Результаты исследований. Применение исследуемых препаратов в условиях загрязнения почвы 170 г/м² NaCl оказывало преимущественно отрицательное влияние на морфометрические показатели тест-культуры. Особенно неблагоприятное воздействие отмечается в отношении корней проростков (рисунок). Следует отметить, что в варианте с использованием гуминового препарата длина корня проростков кресс-салата достоверно снижалась в среднем более чем на 65 % относительно загрязненного образца без использования почвенных добавок. При этом внесение других препаратов также сопровождалось снижением средней длины корня проростков, которое было статистически достоверным, однако оно было менее выраженным – –25,35 % и –33,86 % относительно K₁₇₀ соответственно.

Статистически значимым (P_{0,001}) было влияние почвенных добавок и на рост стебля в высоту. При этом реакция культуры зависела от применяемого препарата. Так, внесение в засоленную почву гуминового препарата сопровождалось усилением токсического действия NaCl на 40 % относительно K₁₇₀, тогда как применение препаратов на основе дрожжевого лиофилизата и триходермы оказывало на рост стебля тест-культуры положительное влияние – +11,37 % и +18,25 % соответственно.

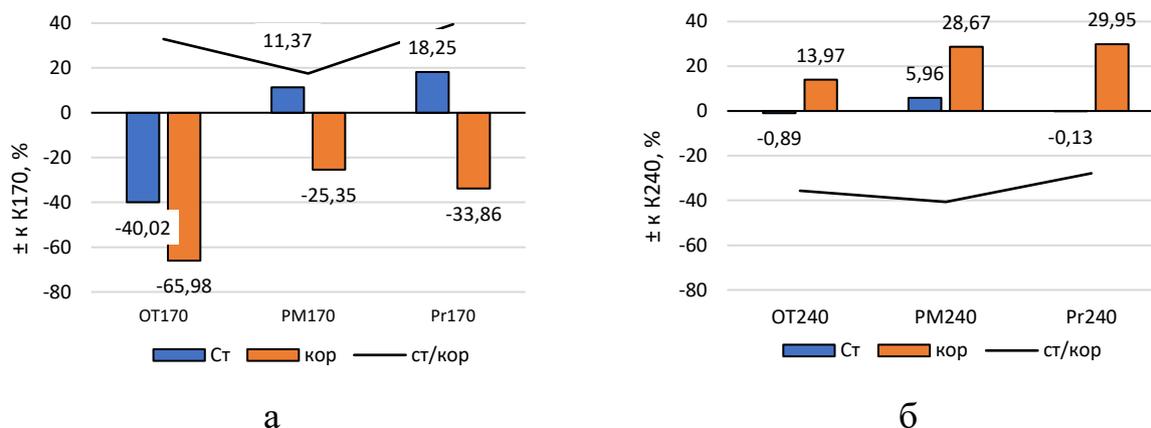


Рисунок – Морфометрические показатели кресс-салата под влиянием почвенных добавок в условиях засоления: а – 170 г/м²; б – 240г/м²

В условиях более высокой дозы NaCl отмечается выраженный положительный эффект от применяемых почвенных добавок. При этом на показатель длины стебля достоверного влияния не выявлено, однако усиление роста корня в длину в вариантах с использованием биопрепаратов PM (+28,67 %) и Pr (+29,95 %) относительно K₂₄₀ уже подтверждается статистически (P_{0,02} и P_{0,001} соответственно).

Также следует отметить, что вне зависимости от степени засоленности в результате использования препарата «Ростмомент» происходило более выраженное сужение показателя *ст/кор*, что свидетельствует о его относительно более высокой эффективности в преодолении солевого стресса, так как усиление солевого стресса способствует более выраженному ингибированию роста корня, чем стебля [4].

Заключение. В ходе проведенной работы выявлено, что использование биопрепаратов «Profit триходерма» и «Ростмомент» в качестве почвенных добавок способствует преодолению солевого стресса у кресс-салата в условиях засоления в дозе 240 г/м², что выражается в увеличении длины стебля на 28,67–29,95 % относительно K₂₄₀.

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

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Техническая соль галит. – URL: <https://tsk-sistema.ru/company/stati/tekhnicheskaya-sol-galit/> (дата обращения: 20.11.2018).
2. Сферы применения пескосоли. – URL: <https://glavnerud.ru/sfery-primeneniya-peskosoli/> (дата обращения: 10.03.2025).

3. Засоление почвы и его влияние на растения / В. В. Иванищев, Т. Н. Евграшкина, О. И. Бойкова, Н. Н. Жуков // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2020. – № 3. – С. 28–42.

4. Чипурных, Е. В. Оценка влияния засоления почвы на рост и развитие *Lepidium sativum* L. / Е. В. Чипурных, А. Э. Мищук // 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. 126–129.

К содержанию

УДК 581.821

А. В. ШВАЙКО

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ КОНЪЮГАТОВ 24-ЭПИКАСТАСТЕРОНА С ОРГАНИЧЕСКИМИ КИСЛОТАМИ НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ГРЕЧИХИ ПОСЕВНОЙ (*FAGOPYRUM ESCULENTUM* MOENCH.) СОРТА ВЛАДА

Актуальность. В Республике Беларусь гречиха посевная является ценной сельскохозяйственной культурой. Это связано с тем, что в ее составе имеются белки и многие вещества, которые необходимы для нормальной жизнедеятельности организма. Но гречиха посевная неустойчива к абиотическим факторам среды, и прежде всего низким температурам. Из-за этого возникает сложность в ее возделывании, и для улучшения данной ситуации можно использовать фитогормоны, в частности brassinosteroids.

Принято считать, что brassinosteroids являются гормонами устойчивости растений к биотическим и абиотическим условиям. Они относятся к классу фитогормонов, которые играют значительную роль в развитии растений. Они стимулируют рост пыльцевых трубок, дифференциацию ксилемы, контролируют форму листьев и рост корней [1]. Их рострегулирующие и протекторные свойства на различных культурах, в том числе и на гречихе посевной, достаточно широко изучены, в том числе и в исследованиях, осуществленных в БрГУ имени А. С. Пушкина [2]. Для повышения эффективности действия brassinosteroids синтезиро-

ваны их конъюгаты с различными органическими кислотами. Биологическая активность этих конъюгатов изучена очень слабо, и только с салициловой кислотой [3].

Цель – сравнить действие 24-эпикастастерона (далее – ЭК), тетраsuccината 24-эпикастастерона (далее – ТС), 2-моносалицилата 24-эпикастастерона (S23) и тетраиндолилацетата 24-эпикастастерона (S31) на начальные этапы роста и развития гречихи посевной.

Материалы и методы. Как тест-объект для исследования использовали гречиху посевную (*Fagopyrum esculentum* Moench.) районированного во всех областях Республики Беларусь сорта Влада [4]. Предмет исследования – влияние на нее растворов ЭК, ТС, S23 и S31 в ранее выявленном спектре наиболее эффективных концентраций 10^{-8} – 10^{-10} М. Проращивание гречихи производили в лабораторных условиях согласно СТБ 1073-97 [6]. Статистическую обработку полученных результатов проводили согласно П. Ф. Рокицкому с использованием программы Microsoft Excel [6].

Результаты и обсуждение. В ходе эксперимента было выявлено наличие разнонаправленной и сильно зависящей от используемой концентрации рострегулирующей активности ЭК и его конъюгатов на начальные этапы роста гречихи.

Растворы ЭК, ТС, S23 и S31 во всех концентрациях повысили сравнительно низкую энергию прорастания в сравнении с контролем (40,5 %) (рисунок 1). Из всех конъюгатов минимальное влияние на энергию прорастания оказали растворы ТС в дозе 10^{-9} и 10^{-10} М, где показатели составили 53,0 и 57,5 % соответственно.



Рисунок 1 – Влияние растворов ТС, ЭК, S23 и S31 в концентрациях 10^{-10} – 10^{-8} М на энергию прорастания (%) гречихи посевной сорта Влада

На всхожесть положительное влияние оказали растворы ТС с концентрациями 10^{-8} – 10^{-10} М, но достоверной оказалась разница только в вариантах с дозами 10^{-8} и 10^{-9} М ($P \leq 0,05$). Остальные концентрации конъюгатов и ЭК даже недостоверно понизили ее в сравнении с контролем.

Растворы S23 в концентрациях 10^{-8} и 10^{-9} М достоверно увеличили длину корешков с 76,72 мм в контроле до 83,80 мм и 77 мм соответственно. ТС в дозе 10^{-9} М также повысил длину до 76,83 мм. Самые низкие результаты показали растворы S31 во всех используемых концентрациях.

Все используемые концентрации S31 также оказали негативное влияние на массу корешков и недостоверно ее снизили с 0,307 г в контроле до 0,179 г (10^{-10} М), 0,215 г (10^{-9} М) и 0,207 г (10^{-8} М). Также снизил массу подземной части и раствор ЭК в концентрации 10^{-10} и 10^{-9} М.

На высоту проростков негативное влияние оказали только растворы ЭК в концентрациях 10^{-9} и 10^{-10} М, снижая ее с 71,4 мм в контроле до 63,9 и 61,5 мм соответственно. Остальные концентрации используемых веществ оказали положительное влияние. Максимальное стимулирующее влияние оказала доза S23 10^{-9} М, где этот показатель составил 114 мм (рисунок 2).



Рисунок 2 – Влияние растворов ТС, ЭК, S23 и S31 в концентрациях 10^{-10} – 10^{-8} М на высоту проростков (мм) гречихи посевной сорта Влада

На массу проростков положительное влияние оказали все используемые растворы, кроме ТС в концентрации 10^{-10} М, где результат практически не отличался от контроля и составил 1,42 г.

Заключение. Таким образом, по всему комплексу анализируемых показателей ТС, S23 и S31 оказали положительное рострегулирующее влияние на гречиху посевную, но не удалось выявить определенную дозу одного препарата с максимальным положительным действием

на все показатели одновременно. Действие самого ЭЖ на некоторые из них было негативным.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Хрипач, В. А. Брассиностероиды / В. А. Хрипач, Ф. А. Лахвич, В. Н. Жабинский. – Минск : Наука и техника, 1993. – 287 с.
2. Биологическая активность брассиностероидов и стероидных гликозидов / С. Э. Кароза, Е. Г. Артемук, А. П. Колбас [и др.]; под общ. ред. С. Э. Карозы ; Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина. – Брест : БрГУ, 2019. – 261 с.
3. Синтез и стресс-протекторное действие на растения конъюгатов брассиностероидов с салициловой кислотой / Р. П. Литвиновская, А. А. Вайнер, Г. А. Жилицкая, Ю. Е. Колупаев // Химия природных соединений. – 2016. – № 3. – С. 394–398.
4. Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород. – URL: <http://sorttest.by/gosudarstvennyy-reyestr-sortov-2020-1> (дата обращения: 3.11.2022).
5. Семена зерновых культур. Сортвые и посевные качества. Технические условия : СТБ 1073-97. – Введ. 01.10.97. – Минск, 1986. – 18 с.
6. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Минск : Выш. шк., 1973. – 320 с.

[К содержанию](#)

УДК 631.466.3:581.14:635.63

А. Е. ШВАН

Гомель, ГГУ имени Франциска Скорины

Научный руководитель – Ю. М. Бачура, канд. биол. наук, доцент

ВЛИЯНИЕ МИКРОВОДОРОСЛЕВЫХ КОМПЛЕКСОВ VISCHERIA-CHLORELLA НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ПРОРОСТКОВ КУКУРУЗЫ В ЛАБОРАТОРНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Актуальность. Исследование влияния микроводорослей на прорастание семян может привести к разработке более эффективных и экономически выгодных методов ведения сельского хозяйства. Использование микроводорослей в качестве удобрений или стимуляторов роста может снизить зависимость от химических удобрений и пестицидов, что положительно скажется на экологии и здоровье человека.

Цель – изучить влияние суспензий микроводорослей *Vischeria*, *Chlorella* и их комплексов на рост и развитие проростков кукурузы, оценить эффективность их использования.

Материалы и методы. Микроводоросли родов *Vischeria* и *Chlorella* – типичные представители почвенной альгофлоры, встречающиеся в том числе и в антропогенно преобразованных почвах, что свидетельствует об их высокой пластичности к неблагоприятным условиям среды [1–3]. Микроводоросли родов *Vischeria* и *Chlorella* культивировали на основной среде Болда (BVM – Bold basal medium) при температуре 20 ± 3 °C с 10/14-часовым чередованием световой и темновой фаз и освещением 3500–4000 лк и барботированием в дневное время. Плотность культур составила для микроводоросли *Vischeria* – 29,6–29,8 млн клеток на 1 мл культуры, для микроводоросли *Chlorella* – 42,5–43,9 млн клеток на 1 мл культуры [4].

В качестве тестовой культуры использовали семена кукурузы сахарной (*Zea mays* L.). Опыты проводили в шестикратной повторности. Варианты опытов включали исходные суспензии микроводорослей *Vischeria* и *Chlorella*, а также комплексы *Vischeria* – *Chlorella* (V : C) на их основе в соотношении 3 : 1, 2 : 1, 1 : 1, 1 : 2, 1 : 3. В качестве контрольных образцов использовали дистиллированную воду и питательную среду для разграничения влияния среды на результаты эксперимента.

Семена кукурузы отбирали по качеству, раскладывали в пластиковые емкости на фильтровальную бумагу и приливали по 5 мл суспензий микроводорослей и комплексов в соответствии с вариантами опыта. На 4-е сутки эксперимента определяли энергию прорастания семян и доливали по 2 мл жидкостей, на 7-е сутки фиксировали всхожесть семян и также доливали по 2 мл соответствующих жидкостей. На 10-е сутки измеряли морфометрические параметры проростков кукурузы (масса проростков, длина корней и побегов). Оценку и учет проросших семян для расчета энергии прорастания и всхожести осуществляли в соответствии с ГОСТ 12038-84 [5]. Статистическую обработку данных проводили в программе Microsoft Excel.

Результаты исследований. Результаты эксперимента показали незначительное варьирование энергии прорастания семян (80–95 %). Наиболее высокие показатели энергии прорастания отмечены в варианте опыта с комплексом *Vischeria* – *Chlorella* состава 2V : 1C и питательной средой (по 95 %). Всхожесть семян варьировала в меньшей степени (80–97,5 %), достигая максимума в варианте опыта с комплексом *Vischeria* – *Chlorella* состава 2V : 1C (97,5 %).

Длина корней, побегов и масса проростков кукурузы в опытных вариантах были выше, чем в контрольных вариантах с дистиллированной

водой и со средой Болда. Наибольшая средняя длина корней проростков кукурузы была отмечена в варианте опыта с комплексом *Vischeria* – *Chlorella* 1V : 1C (191,43 мм), наименьшая – в контроле с питательной средой (78,88 мм). Наибольшая средняя длина побегов была отмечена в варианте опыта с комплексом состава 3V : 1C (137,00 мм), наименьшая длина побегов зафиксирована в контроле с дистиллированной водой (65,33 мм). Наибольшая средняя масса проростков кукурузы выявлена в варианте опыта с комплексом *Vischeria* – *Chlorella* 2V : 1C (816 мг), наименьшая – в контроле с дистиллированной водой (500 мг).

По результатам эксперимента в порядке убывания значений были составлены ряды средних морфометрических показателей:

1) ряд средних длин проростков кукурузы: комплекс 3V : 1C > комплекс 1V : 1C > комплекс 2V : 1C > исходная суспензия *Vischeria* > исходная суспензия *Chlorella* > комплекс 1V : 3C > комплекс 1V : 2C > ВВМ > дистиллированная вода;

2) ряд средней массы проростков кукурузы: комплекс 2V : 1C > комплекс 1V : 1C > комплекс 3V : 1C > исходная суспензия *Vischeria* > комплекс 1V : 2C > комплекс 1V : 3C > исходная суспензия *Chlorella* = ВВМ > дистиллированная вода.

Обработка полученных морфометрических данных методом однофакторного дисперсионного анализа показала достоверную разницу между контрольными и опытными вариантами по длине корней ($F = 18,68-73,60$; $p \leq 0,01$), контролем с дистиллированной водой и опытными вариантами по длине побегов ($F = 9,84-17,88$; $p \leq 0,01$); контролем с дистиллированной водой и опытными вариантами по массе проростков кукурузы ($F = 7,48-24,41$; $p \leq 0,01$).

На основании полученных данных были рассчитаны фитозффекты по длине и массе проростков кукурузы.

Наибольшее фитостимулирующее действие исходных культур микроводорослей на длину проростков кукурузы отмечено в эксперименте с комплексами *Vischeria* – *Chlorella* состава 3V : 1C, 2V : 1C и 1V : 1C: фитозффекты составили 188,10–194,90 % относительно контроля с водой и 175,13–181,46 % относительно контроля с питательной средой. Наибольшая фитозффективность по массе проростков зафиксирована в варианте опыта с использованием комплекса состава 2V : 1C: фитозффекты составили 163,31 % относительно контроля с дистиллированной водой и 122,71 % относительно контроля с питательной средой.

Заключение. Проведенное исследование влияния микроводорослевых комплексов *Vischeria* – *Chlorella* на прорастание семян кукурузы продемонстрировало положительное воздействие данных биостимуляторов на ключевые морфометрические параметры проростков.

Оптимальные результаты по комплексу признаков продемонстрировали комплексы *Vischeria* – *Chlorella* состава 2V : 1C: фитоэффекты по длине проростков составили 175,13–181,10 %, по массе проростков – 121,71–163,31 %.

Данные эксперимента подчеркивают потенциал использования микроводорослей как эффективных биостимуляторов в агрономии; они могут быть полезны для дальнейших исследований и практического применения в сельском хозяйстве, направленного на повышение урожайности и устойчивости культур.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бачура, Ю. М. Почвенные водоросли и цианобактерии антропогенно-преобразованных почв (на примере Гомельского региона) : монография / Ю. М. Бачура. – Чернигов : Десна Полиграф, 2016. – 153 с.
2. Шалыго, Н. В. Микроводоросли и цианобактерии как биоудобрение / Н. В. Шалыго // Наука и инновации. – 2019. – № 3 (193). – С. 22–26.
3. Звягинцев, Д. Г. Биология почв / Д. Г. Звягинцев, И. П. Бабьева, Г. М. Зенова. – М. : Изд-во МГУ, 2005. – 445 с.
4. Гайсина, Л. А. Современные методы выделения и культивирования водорослей : учеб. пособие / Л. А. Гайсина, А. И. Фазлутдинова, Р. Р. Кабиров. – Уфа : Изд-во БГПУ, 2008. – 151 с.
5. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести : ГОСТ 12038-84. – Введ. 01.01.2002. – М. : Изд-во стандартизации, 2001. – 30 с.

[К содержанию](#)