

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

## **КУЛЬТУРНАЯ И ДИКОРАСТУЩАЯ ФЛОРА БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ**

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

Брест, 14 ноября 2024 года

Брест  
БрГУ имени А. С. Пушкина  
2024

*ISBN 978-985-22-0806-2*

© УО «Брестский государственный  
университет имени А. С. Пушкина», 2024

Об издании – [1](#), [2](#)

1 – сведения об издании

УДК 581.5+582+574.1+001.891(476)(082)

ББК 28.58в6

*Редакционная коллегия:*

кандидат биологических наук, доцент **Н. В. Шкуратова**  
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент **А. С. Домась**  
старший преподаватель **М. В. Левковская**

*Рецензенты:*

декан факультета повышения квалификации  
ГУО «Брестский областной институт развития образования»  
кандидат биологических наук, доцент **В. И. Бойко**

доцент кафедры биологических и химических технологий  
УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина»  
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент **И. Д. Лукьянчик**

**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. – 137 с. – URL: <http://rep.brsu.by/handle/123456789/10272>. ISBN 978-985-22-0806-2.

Материалы сборника отражают основные направления научных исследований студентов, магистрантов, аспирантов и посвящены изучению состояния флоры Белорусского Полесья, решению экологических проблем природопользования, современным тенденциям в агроэкологии, экологическому образованию.

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

Разработано в формате pdf.

УДК 581.5+582+574.1+001.891(476)(082)

ББК 28.58в6

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», 2024

[В НАЧАЛО](#)

2 – производственно-технические сведения

- Использованное ПО: Windows 8, Microsoft Office 2013;
- ответственный за выпуск Ж. М. Селюжицкая, технический редактор  
А. А. Лясник корректор А. А. Лясник, компьютерный набор и верстка  
А. С. Домась;
- дата размещения на сайте: 28.12.2024;
- объем издания: 2,47 МБ;
- производитель: учреждение образования «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», 224016, г. Брест, ул. Мицкевича, 28. Тел.: 8(0162) 21-70-55. E-mail: rio@brsu.by.

*В НАЧАЛО*

## СОДЕРЖАНИЕ

<a href="#"><u>Александрович У. О., Другаков В. А.</u></a> Биохимический аспект в защите растений – биопрепараты .....	7
<a href="#"><u>Астанина К. И.</u></a> Видовой состав сосудистых растений первого Лидского водохранилища (г. Лида, Гродненская область) .....	10
<a href="#"><u>Викентьева В. И.</u></a> Влияние регуляторов роста на устойчивость проростков пшеницы к окислительному стрессу .....	13
<a href="#"><u>Волоховская Е. М.</u></a> Морфометрическая характеристика листа клена остролистного как показатель загрязнения окружающей среды г. Гродно .....	16
<a href="#"><u>Волощук Х. А.</u></a> Хозяйственно биологические особенности некоторых сортов <i>Vaccinium corymbosum</i> L. в условиях Ивановского района .....	18
<a href="#"><u>Гвоздь В. Д.</u></a> Исследование действия АТРЕР1 на скорость окислительных процессов и активность пероксидазы в растениях руколы ( <i>Eruca sativa</i> Mill.) в условиях окислительного стресса .....	21
<a href="#"><u>Гимпель Р. Д., Дударева Е. В.</u></a> Поверхностное натяжение адьювантов в агроэкологическом аспекте .....	24
<a href="#"><u>Головач Д. Н.</u></a> Редкие виды сосудистых растений озёр Белое и Черное биологического заказника «Лунинский» .....	27
<a href="#"><u>Горегляд А. С.</u></a> Синицевые ( <i>Paridae</i> ) в искусственных гнездовьях юго-запада Беларуси .....	30
<a href="#"><u>Григорьева В. Ф., Филиппова С. Н.</u></a> Скрининг аптечных лекарственных препаратов <i>Salvia folia</i> по фитохимическим показателям .	35
<a href="#"><u>Гудная Н. В.</u></a> Подбор iPBS-маркеров для исследования генетического разнообразия популяций <i>Liparis loeselii</i> (L.) Rich. в Беларуси .....	38
<a href="#"><u>Давыдок А. Д.</u></a> Влияние сверхвысокочастотного электромагнитного излучения на морфогенез растений <i>Piper longum</i> L. ....	41
<a href="#"><u>Даниленко В. В.</u></a> Современное направление применения пестицидов с точки зрения агроэкологии .....	44
<a href="#"><u>Дорошук А. А.</u></a> Формирование экологической грамотности учащихся в процессе изучения химии .....	47
<a href="#"><u>Жданова К. А.</u></a> Шумовая нагрузка от автомобилей на дорогах крупных городов .....	50
<a href="#"><u>Жилинская Е. Ю.</u></a> К анатомии стебля <i>Cicer arietinum</i> L. ....	52
<a href="#"><u>Жукович Д. А., Крупко В. С.</u></a> Влияние двух препаратов биологически активных веществ на каталазную активность почвы, загрязненной дизельным топливом .....	55
<a href="#"><u>Жукович М. А.</u></a> Организация научно-исследовательской деятельности учащихся в учреждениях общего среднего образования .....	58

<b><u>Зарецкий Е. А.</u></b> Мониторинг агрохимических показателей пахотных земель ОАО «Нурово» Верхнедвинского района .....	61
<b><u>Зданович А. В.</u></b> Ресурсная характеристика <i>Vaccinium myrtillus</i> L. в окрестностях аг. Лесная Барановичского района .....	65
<b><u>Калеников А. В.</u></b> Влияние «Энергена аква» на ростовые процессы микрозелени амаранта овощного .....	69
<b><u>Кислицын Д. А.</u></b> Оценка дифференциации вегетационных индексов для различных видов земель .....	72
<b><u>Конопацкая О. А.</u></b> Организация внеклассных занятий по химии с использованием данных мониторинга выбросов загрязняющих веществ в атмосферу воздуха.....	75
<b><u>Кравчук В. Г.</u></b> Таксономический анализ макромицетов класса <i>Agaricomycetes</i> Национального парка «Беловежская пуца» .....	78
<b><u>Крупко В. С., Жукович Д. А.</u></b> Влияние двух препаратов биологически активных веществ на каталазную активность почвы, загрязненной моторным маслом.....	81
<b><u>Кулинка Е. М., Мялик А. Н.</u></b> О распространении нового для Беларуси адвентивного вида <i>Plantago coronopus</i> L. ( <i>Plantaginaceae</i> ).....	84
<b><u>Лешик С. Н.</u></b> Роль брассиностероидов в устойчивости растений к стресс-факторам .....	87
<b><u>Малахова В. А.</u></b> Реакция пряно-ароматических растений на разную степень водного дефицита.....	90
<b><u>Мелюх А. В.</u></b> Оценка влияния конъюгатов природных брассиностероидов с кислотами на морфометрические параметры роста амаранта трехцветного .....	93
<b><u>Мелянчук К. Р.</u></b> Осмотическое давление клеточного сока в листьях некоторых представителей рода <i>Anthurium</i> L. ....	96
<b><u>Peng Y.</u></b> Comparison of terpenoids in <i>Nauclea officinalis</i> and <i>Paederia scandens</i> .....	99
<b><u>Пинчук В. И.</u></b> Оценка чистоты атмосферного воздуха в промзоне г. Гомеля по состоянию хвои сосны обыкновенной.....	102
<b><u>Прилищ Д. А.</u></b> Введение душицы обыкновенной ( <i>Origanum vulgare</i> L.) в культуру <i>in vitro</i> .....	105
<b><u>Пташиц Е. А.</u></b> Чувствительность прорастающих семян овса сорта Лидия к присутствию в почве гербицида «Боксер-КЭ» .....	108
<b><u>Рапинчук А. В.</u></b> Биологическая активность гуминовой фракции гумусовых веществ (на примере кресс-салата).....	111
<b><u>Селюк Н. А.</u></b> Влияние содержания фитогормонов в питательной среде на морфофизиологические показатели суспензионной культуры розмарина лекарственного ( <i>Rosmarinus officinalis</i> L.) .....	114

<b><u>Совенок Е. А.</u></b> Особенности произрастания сфагнов в растительных сообществах окрестностей оз. Любань Кобринского района.....	117
<b><u>Сукач Ю. А.</u></b> Оценка уровня фитотоксичности гербицида «Лазурит» в отношении прорастания семян кукурузы гибридного сорта КВС Кавалер .....	120
<b><u>Чипурных Е. В.</u></b> Фитотоксичность почвы с галитом по критерию «длина проростков» <i>Avena sativa</i> L. и ее регулирование с использованием карбоната кальция .....	123
<b><u>Чипурных Е. В., Мищук А. Э.</u></b> Оценка влияния засоления почвы на рост и развитие <i>Lepidium sativum</i> L. ....	126
<b><u>Шкуратова Д. О.</u></b> Видовое многообразие растений паразитов и полупаразитов в растительных сообществах г. Бреста и его окрестностей.....	129
<b><u>Ядловская Л. И.</u></b> Гербицидоустойчивость прорастающих семян кукурузы сорта КВС Джайпур и эффективность ее регулирования препаратом «Ростмомент».....	132
<b><u>Янь Ли.</u></b> Анализ хода исследований по использованию дождевых червей в компостировании отходов животноводства .....	135

**У. О. АЛЕКСАНДРОВИЧ, В. А. ДРУГАКОВ**

Горки, БГСХА

Научный руководитель – О. В. Поддубная, канд. с.-х. наук, доцент

## **БИОХИМИЧЕСКИЙ АСПЕКТ В ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ – БИОПРЕПАРАТЫ**

**Актуальность.** Мировой опыт показывает, что любая из известных ныне систем земледелия в условиях самой высокой и перспективной формы интенсификации невозможна без организованной защиты растений как фактора, определяющего высокие урожаи. Растения, как и любые живые организмы, нуждаются не только в полноценном сбалансированном питании, комфортных условиях развития и роста, но и в защите от болезней, вредителей, сорных растений и других неблагоприятных факторов окружающей среды [1; 4].

Защита растений от вредителей и болезней является одной из важнейших задач агрономии и экологии. Последние исследования в области биохимии растений открывают новые горизонты для разработки устойчивых методов защиты. Биохимические процессы, происходящие в растениях, играют ключевую роль в их реакции на стрессовые факторы, включая атаки патогенов и вредителей. Выход на рынок биологических средств защиты растений стал своеобразной отправной точкой для начала новой эпохи сохранения природы и повышения урожаев. Аграрии должны быть заинтересованы не только в том, чтобы повысить урожайность культуры, но и чтобы способствовать сохранению плодородия почвы [2].

Актуальность исследований заключается в том, что знание биохимических механизмов защиты растений, использование биопрепаратов, их взаимодействие с внешней средой перспективны для современного сельского хозяйства.

**Цель работы** – изучить научную литературу о преимуществах биопрепаратов, которые запускают новую эпоху в защите растений.

**Материалы и методы.** Для получения информации был проведен анализ научной литературы.

**Результаты исследования.** Растения способны производить множество химических соединений, известных как фитозащита. К ним относятся алкалоиды, флавоноиды, терпеноиды и др. Эти вещества могут подавлять рост грибков и бактерий или отпугивать насекомых. Например, производимые растениями салициловая кислота и этилен играют центральную роль в активации системного приобретенного сопротивления. Некоторые

растения синтезируют антибиотически активные соединения, которые помогают им бороться с патогенами. Например, фитонциды обладают бактерицидным и фунгицидным действием и защищают растения от инфекций [2].

Воздействию пестицидов подвергаются прежде всего почва сельскохозяйственных угодий, растительный покров, наземная и подземная биота, водные объекты, в том числе грунтовая вода. Важным инструментом в предотвращении негативных последствий применения и глобальной миграции пестицидов является мониторинг их токсичных остатков в объектах окружающей среды, растениеводческой продукции, кормах и продуктах питания. Зная динамику разложения препарата в защищаемом растении, возможно предотвратить загрязнение сельскохозяйственной продукции их остатками. В лаборатории динамики пестицидов РУП «Институт защиты растений» проведены многолетние исследования (2016–2020) по изучению динамики деградации остаточных количеств гербицидов в зеленой массе, зерне и соломе гороха. Анализ образцов показал отсутствие остаточных количеств действующих веществ гербицидов. Таким образом, при соблюдении норм и сроков внесения препаратов продукция не загрязняется токсичными остатками препаратов [1].

С помощью обработки семян биологически активными веществами можно защитить растения от семенной, почвенной и частично аэрогенной инфекции и повысить устойчивость проростков к другим стрессам. Биологические фунгициды могут стать основными «помощниками» в защите корневой системы. Синтетические протравители, по мнению эксперта, не обеспечивают надежную защиту корня растений, а работают исключительно на очищении семенного материала от патогенов. Биопрепараты колонизируют ризосферу корня, создают так называемый барьер. Все это позволяет предотвратить развитие фитопатогенных грибов на корнях растений. Биопрепараты в отличие от синтетических средств не вызывают приобретенной резистентности. Применение химических препаратов вызывает появление устойчивых поколений, или эффект «приобработанности», поскольку работает обычно одно действующее вещество. Компоненты в составе биологических препаратов, помимо прямой конкуренции за субстрат с фитопатогеном, выделяют комплекс метаболитов. К примеру, *Bacillus subtilis* выделяет до 70 видов антибиотиков, соответственно, возбудитель заболевания не может выработать резистентность к такому большому числу действующих веществ. Кроме того, бактерии колонизируют ризосферу корня, создавая барьер, который препятствует проникновению патогенов на корневую систему растения [2; 3].

**Заключение.** За биологическими средствами защиты растений – перспективное будущее. Многочисленные опыты и исследования уже доказали, что продукты с приставкой «био» могут быть такими же эффективными



в стратегии защиты растений, как и синтетические препараты, и их использование позволяет хозяйствам не только создавать качественный финишный продукт – урожай, но и повышать плодородие почвы.

В Беларуси биопестициды практически не применяются в производственных масштабах. Разработка отечественных биопестицидов должна вестись активнее и быть в приоритете. Это покажет реальную государственную поддержку в повышении устойчивости развития сельского хозяйства, а белорусским аграриям – в наращивании производства органической продукции.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арашкович, С. А. Результаты мониторинга остаточных количеств гербицидов в зеленой массе, зерне и соломе гороха / С. А. Арашкович, П. М. Кислушко, Е. А. Мышкевич // Plant protection in the transition to precision farming : материалы междунар. науч. конф., аг. Прилуки, 27–29 июля 2021 г. / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр по земледелию, Ин-т защиты растений. – Минск : Колорград, 2021. – С. 189–192.

2. Лысов, А. К. Проблемы применения средств защиты растений и пути снижения их техногенного воздействия на окружающую среду / А. К. Лысов // АгроЭкоИнженерия. – 2023. – № 3 (116). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-primeneniya-sredstv-zaschity-rasteniy-i-puti-snizheniya-ih-tehnogennogo-vozdeystviya-na-okruzhayuschuyu-sredu> (дата обращения: 31.10.2024).

3. Сорока, С. В. Перспективы повышения эффективности защиты растений в Республике Беларусь на 2021–2030 гг. / С. В. Сорока, Е. А. Якимович // Защита растений в условиях перехода к точному земледелию : материалы междунар. науч. конф., аг. Прилуки, 27–29 июля 2021 г. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т защиты растений. – Минск : Колорград, 2021. – С. 7–21.

4. Тютерев, С. Л. Физиолого-биохимические основы управления стрессоустойчивостью растений в адаптивном растениеводстве / С. Л. Тютерев // Вестник защиты растений. – 2000. – № 1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fiziologo-biohimicheskie-osnovy-upravleniya-stressoustoychivostyu-rasteniy-v-adaptivnom-rastenievodstve> (дата обращения: 30.10.2024).

[К содержанию](#)

**К. И. АСТАНИНА**

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

Научный руководитель – Т. А. Селевич, канд. биол. наук, доцент

## **ВИДОВОЙ СОСТАВ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ ПЕРВОГО ЛИДСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА (Г. ЛИДА, ГРОДНЕНСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

**Актуальность.** Несмотря на то, что многие водные растения являются космополитами, видовой состав различных водных объектов даже на небольшой территории отличается своеобразием. Многочисленные водные объекты Беларуси остаются далеко не изученными в ботаническом отношении, что делает неполной картину фиторазнообразия республики. При этом важно обследовать не только естественные водные объекты, но также и искусственные: пруды, мелиоративные каналы, водохранилища. По данным российского гидробиолога В. Г. Папченкова, именно водохранилища имеют наиболее богатый видовой состав растений по сравнению с другими водными объектами [1].

**Целью** нашего исследования явилось изучение видового состава сосудистых растений Первого Лидского водохранилища, созданного на р. Лидее и расположенного в черте г. Лиды – второго по величине города Гродненской области. Исследованное водохранилище входит в состав системы водохранилищ, построенных на р. Лидее на территории города, и по времени создания является первым. Чаша водохранилища вытянута в направлении течения реки примерно на 1 км, средняя ширина чаши около 0,2 км, площадь водного зеркала приблизительно 0,2 км<sup>2</sup>, или 20 га. Водохранилище используется для рекреации, на противоположных берегах имеется два оборудованных пляжа, есть пункт выдачи катамаранов и лодок напрокат. На остальном протяжении берега также открытые, нередко окантованные неширокой полосой тростника южного *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., выходящего из воды на сушу.

**Материалы и методы.** Исследование проводили в августе 2023 г. Вдоль кромки воды в прибрежной полосе акватории закладывали шесть пробных площадей. Для анализа экологической структуры видового состава растений водохранилища использовали классификацию растений водоемов и водотоков В. Г. Папченкова [1], согласно которой растения разделяли на пять экологических групп: гидрофиты (настоящие водные растения),

гелофиты и гигрогелофиты (в сумме прибрежно-водные растения), гигрофиты и гиromезо- и мезофиты (в сумме околководные растения). Водная составляющая – это гидрофиты вместе с прибрежно-водными растениями.

**Результаты исследования.** За вегетационный сезон 2023 г. в исследованном водохранилище выявлено в общей сложности 12 видов сосудистых растений, принадлежащих к 12 родам, 11 семействам, 3 классам и 2 отделам. Хвоцевидные растения (Equisetopsida) представлены одним видом *Equisetum arvense* L., двудольные растения (Magnoliopsida) – восемью видами из восьми родов и семи семейств, однодольные растения (Liliopsida) – тремя видами из трех родов и трех семейств. В отделе Magnoliophyta на виды двудольных приходится 72,7 %, на виды однодольных – 27,3 %. Для сравнения: в водохранилищах Среднего Поволжья, по данным самого В. Г. Папченкова [1], виды двудольных и однодольных представлены примерно одинаково.

Согласно информации в определителе за 1999 г. [2], 10 видов из 12 обнаруженных в водохранилище распространены по всей Беларуси, причем 8 из 10 (65 % от общего числа видов) встречаются равномерно и очень часто, часто и нередко, т. е. являются самыми обычными в республике. Заслуживает внимания *Najas major* All. – редкий охраняемый вид, указанный в 1999 г. только для Минской и Гомельской областей. По данным четвертого издания Красной книги Республики Беларусь [3, с. 195], этот вид встречается уже во всех областях республики, но далеко не во всех районах. Так, в Гродненской области он указан только для Гродненского, Щучинского и Островецкого районов. Наша находка наяды большой в Лидском водохранилище может объясняться тем, что Лидский район непосредственно граничит с Щучинским, откуда вид мог расселиться.

В таблице представлен спектр гидроморф для видов сосудистых растений исследованного водохранилища. К настоящим водным растениям относятся три вида: *Ceratophyllum demersum* L., *Myriophyllum spicatum* L., *Najas major*. Гелофиты представлены только одним видом *Phragmites australis*. Гигрогелофиты отсутствуют. Наиболее многочисленна группа видов-гигрофитов (6 видов): *Persicaria lapathifolia* (L.) S. F. Gray, *Salix purpurea* L., *Epilobium parviflorum* Schreb., *Lycopus europaeus* L., *Bidens frondosa* L., *Juncus compressus* Jacq. Два вида относятся к гиromезо- и мезофитам: *Equisetum arvense* L., *Tussilago farfara* L.

Несмотря на огромную разницу в количестве видов растений, спектр гидроморф Лидского водохранилища имеет определенное сходство с таким для водохранилищ Среднего Поволжья (таблица). В обоих спектрах среди видов водной составляющей преобладают гидрофиты, а околководные растения по числу видов преобладают над видами водной составляющей (доля околководных видов в Лидском водохранилище составляет 66,7 %, в водохранилищах Среднего Поволжья – 61,8 %).

Таблица – Спектр гидроморф сосудистых растений Первого Лидского водохранилища в сравнении с аналогичным спектром для водохранилищ Среднего Поволжья [1]

Экологическая группа	Первое Лидское водохранилище		Водоохранилища Среднего Поволжья	
	n	%	n	%
Гидрофиты	3	25,0	62	19,0
Гелофиты	1	8,3	23	7,0
Гигрогелофиты	0	0	40	12,2
Гигрофиты	6	50,0	155	47,4
Гигромезо- и мезофиты	2	16,7	47	14,4
<b>Всего</b>	<b>12</b>	<b>100</b>	<b>327</b>	<b>100</b>

**Закключение.** Отличительная особенность Первого Лидского водохранилища – отсутствие гигрогелофитов. Этот факт можно объяснить значительным антропогенным прессом: местные жители активно используют катамараны и лодки как для отдыха, так и для любительского рыболовства. От механических повреждений в первую очередь страдают гигрогелофиты – растения кромки воды. С этим же, в частности, связана и общая бедность видового состава сосудистых растений водохранилища, расположенного в урбанистической среде. Наиболее уязвимый редкий в Беларуси вид *Najas major* All. обнаружен только на одной пробной площади водохранилища из шести. Известно, что факторами угрозы для наяды большой являются загрязнение и эвтрофирование водоемов, чрезмерные рекреационные нагрузки [3], что, видимо, имеет место и в Лидском водохранилище.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Папченков, В. Г. Закономерности зарастания водотоков и водоемов Среднего Поволжья : дис. ... д-ра биол. наук : 03.00.16 / Папченков Владимир Гаврилович. – СПб., 1999. – 578 л.
2. Определитель высших растений Беларуси / под ред. В. И. Парфенова. – Минск : Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.
3. Красная книга Республики Беларусь. Растения: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / гл. редкол.: И. М. Качановский (пред.) [и др.]. – 4-е изд. – Минск : Беларус. Энцыкл. імя П. Броўкі, 2015. – 448 с.

[К содержанию](#)

**В. И. ВИКЕНТЬЕВА**

Минск, БГУ

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

## **ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА УСТОЙЧИВОСТЬ ПРОРОСТКОВ ПШЕНИЦЫ К ОКИСЛИТЕЛЬНОМУ СТРЕССУ**

**Актуальность.** Воздействие неблагоприятных факторов окружающей среды, таких как засуха, повышенная и пониженная температура, ультрафиолетовое излучение, гипоксия, засоление, тяжелые металлы, пестициды, патогенные микроорганизмы, приводит к развитию окислительного стресса (далее – ОС) у растений. ОС обусловлен увеличением скорости образования активных форм кислорода, которые вызывают модификацию биохимических реакций [1]. Окислительный стресс негативно сказывается на многих физиологических процессах как на клеточном уровне, так и на уровне организма и приводит к снижению продуктивности растений [2]. В современных агроэкономических условиях для устойчивого развития сельского хозяйства перспективно внедрение экологически безопасных технологий, позволяющих повысить неспецифическую устойчивость растений к стрессовым воздействиям. В этой связи актуальным представляется поиск регуляторов роста растений, обладающих защитным эффектом, в том числе повышающих их устойчивость к действию ОС.

**Цель работы** – изучить влияние коммерческих регуляторов роста растений «Эпин», «Этамон» и «Рэгги» на начальные этапы роста проростков пшеницы и их устойчивость к окислительному стрессу.

**Материалы и методы.** Объектом исследования выступали проростки пшеницы яровой сорта Славянка. Опыты проводили в лабораторных условиях. Были исследованы коммерческие препараты «Эпин» (действующее вещество эпибрасинолид), «Этамон» (действующее вещество диметил фосфорнокислый 2-гидроксиэтил аммоний) и «Рэгги» (действующее вещество хлормекватхлорид). Семена пшеницы замачивали в растворах регуляторов роста в течение 4 часов, после чего промывали и выращивали на дистиллированной воде. Растения выращивали рулонным способом в климатической камере в течение 7 суток при температуре 24 °С с фото-периодом 16 часов – свет, 8 часов – темнота.

Было исследовано влияние регуляторов роста на скорость прорастания семян, а также на морфометрические и биохимические характеристики проростков в условиях ОС. Для создания окислительного стресса рулоны

с проростками помещали в гидроксилгенерирующую смесь, содержащую по  $10^{-3}$  моль/л  $\text{CuCl}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$  и аскорбиновой кислоты.

**Результаты исследования.** Установлено, что прайминг семян регуляторами роста «Рэгги» и «Этамон» не оказывает достоверно значимого влияния на всхожесть и скорость прорастания семян пшеницы, тогда как «Эпин» оказывает стимулирующее воздействие на прорастание семян. В данном варианте опыта происходило увеличение скорости прорастания и всхожести семян на 12 % по сравнению с контролем.

Как следует из полученных результатов, представленных на рисунке 1, прайминг семян приводит к изменению морфометрических характеристик 4-дневных проростков пшеницы. Обработка «Эпином» способствовала увеличению массы побега и не оказывала достоверно значимого влияния на рост корней. Под действием «Этамона» происходило увеличение массы побега на 13 % и массы корня на 56 % по сравнению с контролем. Схожий эффект был выявлен при обработке семян препаратом «Рэгги»: в данном варианте опыта не выявлено достоверно значимых изменений в массе побега, а масса корня увеличилась на 44 % по сравнению с контролем.

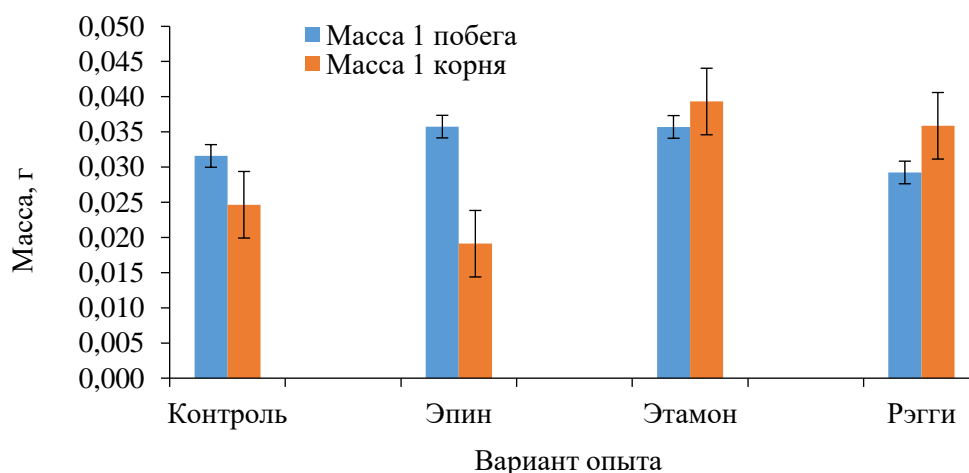


Рисунок 1 – Влияние регуляторов роста на массу побегов и корней 4-дневных проростков пшеницы

Таким образом, результаты исследования показывают, что обработка семян «Эпином» приводит к увеличению всхожести семян, но не оказывает существенного влияния на рост проростков. Препарат «Этамон», наоборот, не влияет на всхожесть семян, но проявляет стимулирующий эффект на начальные этапы роста растений. Препарат «Рэгги» оказывает наименее выраженное действие на исследуемые параметры, он не влияет на всхожесть семян пшеницы, но способствует росту корневой системы.

Далее нами было исследовано влияние обработки семян данными регуляторами на устойчивость растений к окислительному стрессу. Установлено, что при действии ОС масса побегов изменялась не существенно, но происходило ингибирование развития корней примерно на 30 % по сравнению с контролем. В условиях стрессового воздействия прайминг семян «Эпином» и «Этамоном» не оказывал видимого влияния на развитие побегов, однако снижал негативное действие стресса на корневую систему (рисунок 2). Исследование уровня фотосинтетических пигментов показало, что в условиях стрессового воздействия данные регуляторы роста не оказывали защитного действия на фонд фотосинтетических пигментов в проростках пшеницы. Использование препарата «Рэгги» также не вызывало защитного эффекта.

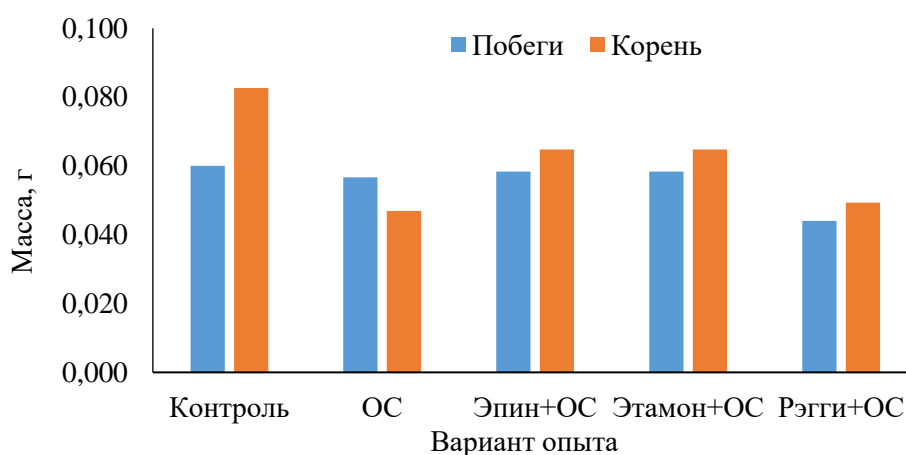


Рисунок 2 – Влияние регуляторов роста на массу побегов и корней 7-дневных проростков пшеницы, подвергнутых окислительному стрессу

**Заключение.** В ходе проведенных экспериментов установлено, что окислительный стресс оказывает сильное негативное действие на развитие корневой системы и уровень фотосинтетических пигментов в проростках пшеницы. Препараты «Эпин», «Этамон» и «Рэгги» приводят к минимизации негативного действия окислительного стресса на развитие корневой системы, но не оказывают защитного действия на рост побегов и фонд фотосинтетических пигментов в проростках пшеницы.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Khozeeva, E. V. Oxidative Stress of Plants: Chemistry, Physiology, Methods of Protection / E. V. Khozeeva, Y. A. Zimina, G. A. Sroslova // Natural Systems and Resources. – 2020. – Vol. 10, № 4. – P. 30–43.
2. The Roles of Environmental Factors in Regulation of Oxidative Stress in Plant / Xie Xiulan, He Zhouqing, Chen Nifan [et al.] // BioMed Research International. – 2019. – Vol. 1. – P. 1–11.

[К содержанию](#)

**Е. М. ВОЛОХОВСКАЯ**

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

Научный руководитель – С. Л. Чирук, старший преподаватель

## **МОРФОМЕТРИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛИСТА КЛЕНА ОСТРОЛИСТНОГО КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ Г. ГРОДНО**

**Актуальность.** Человеческая деятельность постоянно оказывает растущее влияние на окружающую среду. Для обеспечения безопасности живых организмов и людей необходимо осуществлять контроль ее состояния и проводить оценку экологической безопасности. Применяются различные подходы к оценке качества среды: химические, физические, биологические и др. Среди них наиболее значимой считается биологическая оценка, которая напрямую отражает последствия воздействия на биоту.

**Цель** – дать оценку загрязнения окружающей среды г. Гродно на основании результатов морфометрии листьев клена остролистного.

**Материалы и методы.** Пробы отбирались в сентябре в период полного разворачивания листьев со здоровых деревьев в рядовых (линейных) посадках. Площадь каждой учетной площадки (УП) составляла 50 × 10 м. Объем выборки – 200 листьев (4 УП, по 5 деревьев на каждой УП, по 10 листьев с дерева), собранных на высоте вытянутой руки равномерно по всему периметру дерева.

Собранные листья фиксировали с помощью липкой ленты на лист белой бумаги и сканировали вместе с линейкой, чтобы задать компьютеру фиксированный показатель длины.

Анализировалось по 50 листьев из каждой выборки, из одной части кроны, примерно одного размера. На каждом листе по методике, предложенной В. М. Захаровым, делалось по 10 измерений (по 5 на каждой половине листа). Измерения проводились с использованием программы ImageJ. Для каждого листа были измерены следующие параметры (рисунок):

- 1) длина жилки первого порядка, первой от основания листа;
- 2) длина жилки первого порядка, второй от основания листа;
- 3) ширина половинки листа;
- 4) угол между первой и второй жилкой от основания листа;
- 5) угол между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка [3].

Полученные данные обрабатывались в пакете MS Excel 10 с использованием формул для расчета нижеперечисленных величин по методикам В. М. Захарова [1].





Рисунок – Схема расположения морфологических признаков, измеряемых для оценки стабильного развития листа

Рассчитывались такие величины, как величина асимметрии, величина среднего относительного различия на признак ( $Y$ ), среднее относительное различие между сторонами в соотношении к признаку каждого листа ( $Z$ ), среднее относительное различие, деленное на признак для всей выборки ( $X$ ).

Полученный показатель  $X$  характеризует степень асимметричности листьев клена. Для определения данного показателя принята 5-балльная шкала отклонения от нормы с небольшими дополнениями и изменениями, согласно которой 1 балл – условная норма, а 5 – критическое состояние (таблица) [2].

Таблица – Шкала Захарова для флуктуирующей асимметрии листа

Балл	Величина показателя стабильности развития
1	Менее 0,040
2	0,040–0,044
3	0,045–0,059
4	0,050–0,054
5	Более 0,054

**Результаты исследования.** Исходя из данных, максимальное значение и максимальную оценку в 5 баллов получила учетная площадка, находящаяся в жилой многоквартирной зоне по ул. Магистральной (0,07), что свидетельствует о сильном загрязнении данной территории. Можно предполагать, что это связано с близко расположенными железнодорожными путями и интенсивным дорожным движением. Минимальное значение и минимальную оценку в 1 балл получила учетная площадка, находящаяся в ландшафтно-рекреационной зоне рядом с дачными постройками (0,013), что свидетельствует о минимальном загрязнении благодаря тому, что в данной зоне отсутствуют предприятия и активное дорожное движение.

**Заключение.** Проведя анализ Ленинского района г. Гродно на уровень загрязнения по флуктуирующей асимметрии листа клена остролистного, можно сделать следующие выводы:

1. Показатели асимметрии листа клена остролистного, произрастающего на территории г. Гродно, имеют следующие значения: отдаленная зона Коложского парка – 0,013 (1-й уровень загрязнения), вдоль дороги Коложского парка – 0,051 (4-й уровень загрязнения), Швейцарская долина – 0,056 (5-й уровень загрязнения), ул. Магистральная – 0,070 (5-й уровень загрязнения).

2. Чистой зоной можно считать ландшафтно-рекреационную зону Коложского парка, получившую 1-й уровень по шкале Захарова.

Самыми загрязненными точками являются жилая многоквартирная зона ул. Магистральной и сквер «Швейцарская долина», получившие 5-й уровень загрязнения по шкале Захарова и максимальный показатель асимметрии листа клена остролистного 0,070.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Здоровье среды: методики оценки / М. В. Захаров, А. С. Баранов, В. И. Борисов [и др.]. – М. : Центр экол. политики России, 2000. – 68 с.

2. Мелькумов, Г. М. Флуктуирующая асимметрия листовых пластинок клена остролистного (*acer platanoides* L.) как тест экологического состояния паркоценозов городской зоны / Г. М. Мелькумов, Д. Э. Волков // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – 2014. – № 3. – С. 95–98.

3. Щербаков, А. В. Флуктуирующая асимметрия клена остролистного как индикационный показатель качества среды : учеб. пособие / А. В. Щербаков, Е. О. Королькова ; Тул. гос. ун-т. – Тула, 2012. – 121 с.

[К содержанию](#)

УДК 634.737:581.522.4

**Х. А. ВОЛОЩУК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Ю. В. Бондарь, старший преподаватель

#### **ХОЗЯЙСТВЕННО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НЕКОТОРЫХ СОРТОВ *VACCINIUM CORYMBOSUM* L. В УСЛОВИЯХ ИВАНОВСКОГО РАЙОНА**

**Актуальность.** Голубика высокорослая относится к роду *Vaccinium* L. семейства Вересковые (*Ericaceae* Juss (D.C.)) и представляет собой многолетнее дерево или кустарник высотой от 1,5 до 5 метров [1]. Голубика

высокорослая (*Vaccinium corymbosum* L.) является одной из наиболее ценных ягодных культур, выращиваемых во многих странах мира. Ее популярность обусловлена высокими вкусовыми качествами ягод, их богатым биохимическим составом и лечебно-профилактическими свойствами. Является светолюбивым растением и предпочитает прохладный климат, что обуславливает ее успешное выращивание в северных и умеренных широтах [2]. Ягоды голубики содержат большое количество витаминов, антиоксидантов, минеральных веществ и других биологически активных соединений, благотворно влияющих на здоровье человека. Кроме того, голубика высокорослая является экономически выгодной культурой, спрос на которую постоянно растет как на внутреннем, так и на международном рынке.

Для успешного выращивания голубики нужно учитывать ее специфические требования к условиям произрастания. Одним из главных лимитирующих факторов является кислотность почвы. Наиболее благоприятная почва для произрастания голубики с уровнем pH 3,5–4,5.

Растения голубики свето- и влаголюбивы. Эта культура предпочитает открытые, хорошо освещенные места. Почва должна быть постоянно в умеренно влажном состоянии. Уровень грунтовых вод – 35–60 см от поверхности почвы. Оптимальная влажность субстрата в зоне расположения корней голубики должна составлять 60–70 % от полной полевой влагоемкости. Достигается это либо регулированием уровня грунтовых вод, либо поливом.

**Цель** – провести хозяйственно-биологическую оценку сортов голубики высокорослой для практического использования в условиях Ивановского района.

**Материалы и методы.** Образцы для исследования собирались в августе на приусадебном участке в Ивановском районе. Почва участка кислая. Реакция почвенного раствора от слабокислой до нейтральной.

Объектами исследований явились три сорта голубики высокорослой: *Elizabeth*, *Bluecrop* и *Northblue*.

Исследования проводили по ранее разработанным методикам, описанным в литературных источниках [3; 4], а именно было определено процентное содержание сахаров и сухих веществ в плодах.

**Результаты исследования.** Содержание сухих веществ в плодах является одним из важнейших показателей, используемых при определении физиологического состояния культур. От его количества зависят зимостойкость и морозостойкость, а также засухоустойчивость. Оценка исследуемого показателя позволяет контролировать процессы развития и созревания растений, оценивать риски снижения и потери урожая.

Результаты определения сухих веществ в ягодах и листьях сортов голубики *Bluecrop*, *Elizabeth*, *Northblue* представлены в таблице. Исходя из табличных данных, в сортах масса сухих веществ плодов составила

около 20 % от общей массы навески, в листьях – 43 соответственно. Однако следует отметить, что при сравнении показателей наибольшая навеска сухих веществ в плодах оказалась у сорта *Bluecrop*. Это связано с тем, что мякоть плода содержит большее количество воды. В плодах свежей голубики содержится значительное количество воды – около 80–90 % от общего веса.

Таблица – Масса сухих веществ в ягодах и листьях, г

Варианты опыта	Масса чистой навески ягод, г	Масса сухих веществ в ягодах, г	Масса чистой навески листьев, г	Масса сухих веществ в листьях, г
1. Сорт <i>Bluecrop</i>	100	19,8	5	2,11
2. Сорт <i>Elisabeth</i>	100	15,5	5	2,32
3. Сорт <i>Northblue</i>	100	17,5	5	1,97

Содержание сахаров в плодах голубики зависит от нескольких факторов: сорта голубики (разные сорта голубики имеют различное генетическое предрасположение к накоплению сахаров); стадии зрелости (содержание сахаров увеличивается по мере созревания плодов); условий роста (температура, освещение и влажность); почвы и удобрений; ухода за растениями и условий хранения (после сбора уровень сахаров может изменяться в зависимости от условий хранения).

Таким образом, содержание сахаров в голубике – это результат воздействия множества факторов, начиная от генетики и заканчивая агрономическими практиками.

В результате опыта по определению содержания сахаров в плодах были получены следующие данные: в соке ягод сорта *Bluecrop* количество сахаров составило 13,7 %, сорта *Elisabeth* – 15,1 %, а сорта *Northblue* – 12,3.

**Заключение.** Сравнительная оценка хозяйственно-биологических особенностей сортов голубики высокорослой (*Elisabeth*, *Bluecrop* и *Northblue*) показала существенную перспективу возделывания в условиях Ивановского района. Растения голубики формируют высокий урожай ягодной продукции. Исследуемые показатели указывают на достоинства сортов при возделывании, такие как зимостойкость, морозостойкость и засухоустойчивость. Оценка содержания сухих веществ в ягодах и листьях позволяет контролировать процессы развития и созревания растений, оценивать риски снижения и потери урожая. Полученные данные (в %) по содержанию сахаров в плодах (*Bluecrop* – 13,7 %, *Elisabeth* – 15,1 %, *Northblue* – 12,3) можно использовать для оценки степени зрелости ягод, определения лучшего времени сбора урожая и корректировать условия выращивания.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мироненко, И. И. Сравнительный анализ технологий выращивания голубики садовой / И. И. Мироненко [и др.] // Плодоводство и ягодоводство России. – 2017. – № 51. – С. 18–21.

2. Мамедова, С. А. Применение биопрепаратов при выращивании голубики садовой / С. А. Мамедова, С. М. Бабаева // Международный научно-исследовательский журнал. – 2018. – № 1. – С. 83–85.

3. Ерёмин, В. М. Методические указания к лабораторным работам в период учебной полевой практики по физиологии растений / В. М. Ерёмин [и др.]. – Брест : Брест. гос. ун-т, 1998. – 28 с.

4. Довгер, В. Л. Физиологические особенности разных сортов голубики / В. Л. Довгер, Ю. В. Бондарь // Всероссийский форум студентов и учащихся – 2024 : сб. ст. Всерос. науч.-практ. конф., Петрозаводск, 5 февр. 2023 г. – Петрозаводск : МЦНП «Новая наука», 2024. – С. 292–296.

[К содержанию](#)

УДК 581.192.7

**В. Д. ГВОЗДЬ**

Минск, БГУ

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

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЙСТВИЯ АТРЕР1 НА СКОРОСТЬ ОКИСЛИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ И АКТИВНОСТЬ ПЕРОКСИДАЗЫ В РАСТЕНИЯХ РУКОЛЫ (*ERUCA SATIVA* MILL.) В УСЛОВИЯХ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССА**

**Актуальность.** Группа пептидных элиситоров (Peps) представляет собой разнообразные химические соединения, выполняющие сигнальную функцию в растении в ответ на биотический и абиотический стресс. Одним из представителей группы Peps является AtPer1 – пептид, состоящий из 23 аминокислот и впервые найденный в *Arabidopsis thaliana* [1].

В соответствии со способностью пептидных элиситоров формировать у растений устойчивость к различным стрессовым воздействиям, с недавнего времени они рассматриваются как перспективные соединения для их дальнейшего использования в качестве средств защиты растений. В литературе имеются многочисленные данные, свидетельствующие о важной роли этих соединений в формировании фитоиммунитета, однако сведения о их функциях в устойчивости растений к абиотическим стрессорам фрагментарны.

**Цель** – исследовать влияние предстрессовой обработки растений руколы (*Eruca sativa* Mill.) пептидным элиситором AtPep1 на скорость окислительных процессов и активность пероксидазы в условиях окислительного стресса.

**Материалы и методы.** Растения руколы выращивали в лабораторных условиях на смеси почвогрунта универсального с добавлением перлита, вермикулита и биогумуса, влагоемкость поддерживалась на уровне 60 %. Выращивание осуществлялось в течение трех недель в условиях термостата при 24 °С и светодиодного освещения интенсивностью 205 мкмоль/м<sup>2</sup>/с. Фотопериод составлял 16 часов – свет, 8 часов – темнота. Через три недели выращивания надземную часть растений опрыскивали водным раствором пептида AtPep1 в концентрации 10<sup>-7</sup> М. Через 24 часа после обработки растения подвергали окислительному стрессу (далее – ОС): в почву добавляли гидроксилгенерирующий раствор, содержащий CuCl<sub>2</sub>, аскорбиновую кислоту, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> в концентрациях 10<sup>-3</sup> М. Через 24 и 48 часов исследовали активность пероксидазы по скорости окисления бензидина и содержание продуктов перекисного окисления липидов (далее – ПОЛ) при помощи спектрофотометрического метода. Растения были разделены на четыре группы: отрицательный контроль (без обработок), положительный контроль (подвергнуты ОС) и две опытные группы, где в первой проводилась только обработка пептидом, а во второй – пептидом и гидроксилгенерирующей смесью.

**Результаты исследования.** Одним из показателей устойчивости растений к стрессовым воздействиям является мощность антиоксидантной системы, к которой относятся антиоксидантные ферменты, в том числе пероксидазы [2]. Это класс ферментов из группы оксидоредуктаз, катализирующих реакцию окисления пероксидом разнообразных органических соединений [3]. Активность пероксидаз рассматривается как один из маркерных показателей редокс-состояния растительной клетки.

Анализ активности пероксидазы показал, что через 24 часа действия ОС происходит статистически достоверное увеличение активности этого фермента во всех вариантах опыта на 40–50 % в сравнении с контролем (рисунок).

Для расчета достоверности различий между вариантами опыта проводился анализ при помощи теста Манна – Уитни, где \*p < 0,05.

Повышение активности пероксидазы в проростках, обработанных только элиситором, является показателем того, что AtPep1 способен активировать антиоксидантную систему растений в условиях, когда растительный организм еще не столкнулся со стрессом. Через 48 часов стрессового воздействия отмечено статистически значимое уменьшение активности фермента в сравнении с контролем, что, вероятно, обусловлено снижением уровня активных форм кислорода.

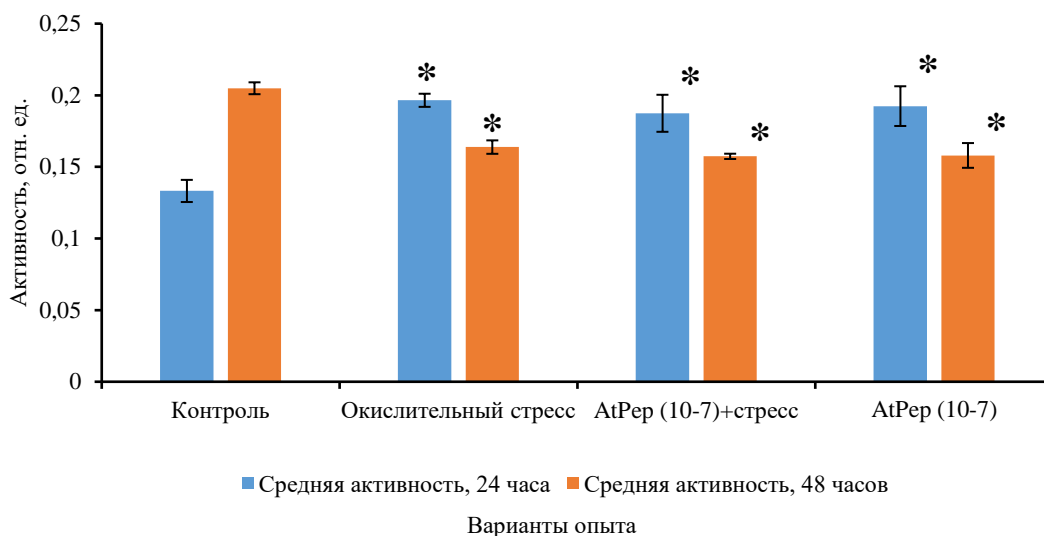


Рисунок – Влияние AtPep1 на активность пероксидазы в растениях руколы через 24 и 48 часов после воздействия окислительного стресса

Для детализации представлений о механизмах действия пептида на растения был проведен анализ содержания продуктов ПОЛ – диеновых, триеновых и оксодиеновых конъюгатов. Через 24 часа после воздействия ОС содержание диеновых конъюгатов возросло на 36 % по сравнению с контрольной группой, уровень других продуктов оказался соизмерим с контролем. В случае с проростками, на которых воздействовал AtPep1 и ОС, значение диеновых, триеновых и оксодиеновых снизилось соответственно на 26, 42 и 41 % в сравнении с контролем. При обработке проростков только AtPep1 наблюдалось уменьшение диеновых конъюгатов на 7 %, триеновых – на 28 %, оксодиеновых – на 27 % в отличие от контроля. Таким образом, несмотря на то что во всех вариантах опыта наблюдалось увеличение активности пероксидазы, в первые 24 часа лучшие результаты показали варианты опыта, где проростки подвергались влиянию AtPep1.

Через 48 часов после воздействия ОС наблюдалось снижение уровня триеновых и оксодиеновых конъюгатов примерно на 20 %. В проростках, обработанных AtPep1, концентрация продуктов ПОЛ была сравнима с контролем. Действие ОС в течение 48 часов на обработанные пептидом проростки приводило к повышению всех типов конъюгатов.

Таким образом, не было установлено обратной зависимости между активностью пероксидазы и уровнем продуктов ПОЛ в растениях руколы, подвергнутых ОС. Вероятно, важную роль в поддержании редокс-статуса клеток играют другие антиоксидантные системы растений. Было отмечено стимулирующее влияние пептида AtPep1 на активность пероксидазы.

**Заключение.** Обнаружен защитный эффект эндогенного пептидного элиситора AtPep1 на проростки руколы в условиях окислительного стресса. Под действием данного пептида происходит увеличение активности пероксидазы и снижение продуктов ПОЛ.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Zelman, A. K. Plant Elicitor Peptide (Pep) Signaling and Pathogen Defense in Tomato / A. K. Zelman, G. A. Berkowitz // *Plants*. – 2023. – Vol. 12, № 15. – P. 2856–2868.

2. Peroxidase activity and lipid peroxidation in strawberry (*Fragaria X ananassa*) plants under low temperature / H. Gülen, C. Çetinkaya, M. Kadioğlu [et al.] // *Journal of Environmental Biology*. – 2008. – Vol. 2. – P. 95–100.

3. Hasanuzzaman, M. Plant Oxidative Stress: Biology, Physiology and Mitigation / M. Hasanuzzaman, M. Fujita // *Plants*. – 2022. – Vol. 11. – P. 1185–1189.

#### [К содержанию](#)

УДК 632.95.025.1:532

**Р. Д. ГИМПЕЛЬ, Е. В. ДУДАРЕВА**

Горки, БГСХА

Научный руководитель – О. В. Поддубная, канд. с.-х. наук, доцент

#### **ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ АДЬЮВАНТОВ В АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОМ АСПЕКТЕ**

**Актуальность.** Одним из средств повышения эффективности сельскохозяйственного производства является химический способ борьбы с сорняками, болезнями, вредителями культурных растений, который способствует значительному сокращению потерь в сельском хозяйстве. В современных условиях развития интенсивных технологий и внедрения практик точного земледелия передовые хозяйства пытаются максимизировать полезную отдачу от каждого гектара земли. На фоне этого наблюдается растущая тенденция использования инноваций и новейших разработок в сельском хозяйстве. Особое внимание уделяется разработке и совершенствованию новых систем защиты растений. Далеко не последнюю роль в этом процессе играет подбор пестицидов, своевременное и правильное их применение [1; 3].

Сельскохозяйственные поверхностно-активные вещества необходимы для максимизации урожайности сельскохозяйственных культур, поскольку они повышают эффективность пестицидов, фунгицидов и гербицидов, а также других средств защиты растений. Поверхностно-активные вещества



улучшают распространение, смачивание и впитывание этих продуктов, что увеличивает их покрытие и помогает бороться с вредителями [2; 4].

Актуальность темы наших исследований заключается в том, что одним из составляющих векторов в увеличении эффективности и раскрытия потенциала пестицидов является применение адьювантов, которые позволяют получить желаемый эффект от использования средств защиты растений [2; 3].

В связи с этой целью работы являлось изучение в сравнительном анализе поверхностного натяжения и механизма действия адьювантов. Учитывая химические свойства и физиологическую роль адьювантов, в ходе изучения их поверхностного натяжения удалось определить их функции.

**Материалы и методы.** Экспериментальные исследования проводились на кафедре биологии растений и химии УО «БГСХА» в студенческой научно-исследовательской лаборатории «Спектр».

Предмет исследования – поверхностное натяжение адьювантов.

Методы исследования – определение поверхностного натяжения адьювантов сталагмометрическим методом.

На границе жидкости с газом или твердым телом ее молекулы находятся в физически иных условиях, нежели частицы внутри. Это наделяет поверхностный слой жидкости особыми свойствами, характеризующимися ее так называемым поверхностным натяжением. Определение поверхностного натяжения методом счета отрывающихся капель производят в приборе, называемом сталагмометром. Сталагмометр состоит из трубки, имеющей расширение, выше и ниже расширения имеются начальная и конечная метки. Внизу через капиллярное отверстие жидкость вытекает в виде капель. Через резиновую трубку («грушу»), надетую на верхний конец сталагмометра, засасывают из подставленного снизу стаканчика (или чашечки) дистиллированную воду (без пузырьков!) до верхней метки, опускают стаканчик с водой на стол и начинают счет капель от верхней метки. Заканчивают отсчет в момент отрыва капли у нижней метки. Опыт повторяют несколько раз и берут среднеарифметическое значение [5].

Объектом исследований являются: 0,1 %-е растворы ПАВ, «Адилор», «Адью Ж», НЕРО, PICO-800.

**Результаты исследования.** В настоящее время многие фермерские и аграрные хозяйства, для того чтобы получить наибольший эффект от применения средств защиты растений, все чаще применяют такие химические вещества, как адьюванты. Адьюванты – это вспомогательные вещества, которые добавляют в баковые смеси для улучшения характеристик и (или) физических свойств целевого химического соединения. Правильный адьювант может уменьшить или устранить проблемы при распылении, что повысит общую эффективность применяемого состава.

Установлено, что наименьшее поверхностное натяжение имеет адьювант PICO-800 – 20,34 Н/м, а растворы «Адилор» и ПАВ – в пределах

35–38 Н/м. Отмечено, что 0,1 %-й раствор «Адю Ж» снижал поверхностное натяжение капли воды в 2,76 раза.

Мониторинг поверхностного натяжения рабочего раствора гербицида «Торнадо» показал высокую эффективность адьюванта PICO-800, где этот показатель снизился почти в два раза и составил 25,25 Н/м. Следующим отмечен «Адю Ж» – 33,79 Н/м. Для остальных растворов эти показатели находились в диапазоне 43,35–47,69 Н/м.

В результате проведенных анализов отмечено, что жесткость воды не влияла на поверхностное натяжение растворов ПАВ, «Адилор» и НЕРО. На 25 % снижалась эффективность препаратов «Адю Ж» и PICO-800.

**Заключение.** Таким образом, одним из векторов увеличения эффективности и раскрытия потенциала пестицидов является применение адьювантов, которые позволяют получить желаемый эффект от использования средств защиты растений.

В ходе проведенного исследования было установлено, что средства поверхностного влияния, имеющие увлажняющие свойства, снижают поверхностное натяжение используемой жидкости. Результатом этого является распределение препарата на поверхности растения и его более быстрое впитывание, предотвращающее смывание дождем или росой.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гимпель, Р. Д. Сравнительный анализ поверхностного натяжения адьювантов / Р. Д. Гимпель, Е. В. Дударева // Технологические инновации и научные открытия : сб. тр. по материалам XIX Междунар. конкурса науч.-исслед. работ, Уфа, 14 окт. 2024 г. – Уфа : Вестн. науки, 2024. – С. 48–56.

2. Захаренко, В. А. Поверхностно-активные вещества и адьюванты / В. А. Захаренко // Защита и карантин растений. – 2007. – № 11. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/poverhnostno-aktivnye-veschestva-i-adyuvanty> (дата обращения: 13.10.2024).

3. Методы определения остаточных количеств пестицидов в растениях, почве и воде : метод. рекомендации / П. М. Кислушко [и др.] ; под ред. П. М. Кислушко, Н. В. Петрашкевич, М. М. Кивачицкая ; РУП «Ин-т защиты растений». – Минск : Колоград, 2019. – 312 с.

4. Прищепа, И. А. Биологические аспекты изменения действия гербицидов при их совместном применении с минеральными солями и поверхностно-активными веществами на посевах ярового ячменя и озимой пшеницы / И. А. Прищепа // Весці Акадэміі аграрных навук Рэспублікі Беларусь. – 2001. – № 4. – С. 47–53.

5. Химия. Лабораторный практикум : учеб. пособие / А. Р. Цыганов, О. В. Поддубная, И. В. Ковалева, Т. В. Булак. – Минск : ИВЦ Минфина, 2015. – 320 с.

[К содержанию](#)

**Д. Н. ГОЛОВАЧ**

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

Научный руководитель – Т. А. Селевич, канд. биол. наук, доцент

**РЕДКИЕ ВИДЫ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ ОЗЕР БЕЛОЕ И ЧЕРНОЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО ЗАКАЗНИКА «ЛУНИНСКИЙ»**

**Актуальность.** В настоящее время существует проблема сохранения биологического разнообразия. Есть мнение, что именно озера являются основным истинным хранителем генофонда водной флоры региона [1], поэтому изучение видового состава растений озер Беларуси является весьма актуальным. Особенно важно исследовать местообитания редких и охраняемых водных растений.

Согласно четвертому изданию Красной книги, на территории биологического заказника республиканского значения «Лунинский», расположенного в Лунинецком районе Брестской области (рисунок 1), в оз. Белое произрастает два редких охраняемых вида – *Isoetes lacustris* L. (II категория национального природоохранного значения) и *Lobelia dortmanna* L. (I категория национального природоохранного значения) [3, с. 55, 91].

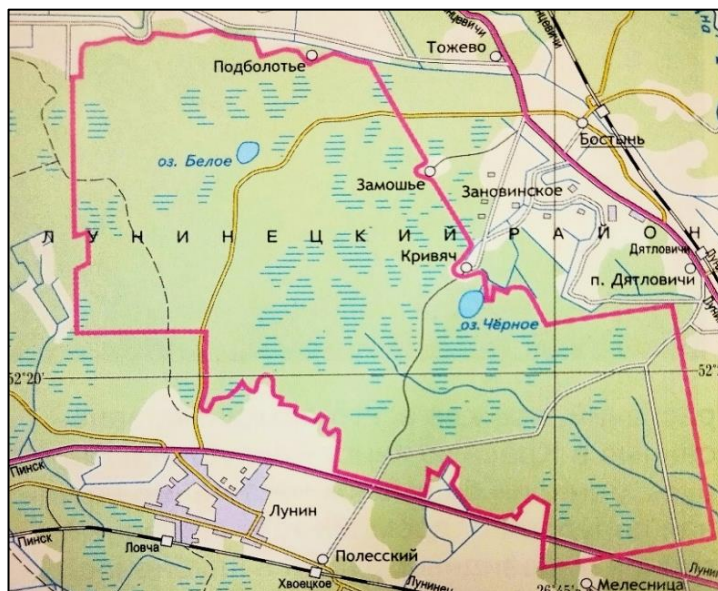


Рисунок 1 – Карта территории биологического заказника «Лунинский» (выделены границы заказника) [2]

Также согласно Красной книге, Лунинецкий район является местом произрастания редкого вида водного папоротника *Salvinia natans* (L.) All.

(IV категории национального природоохранного значения), который обитает в эвтрофных пресноводных стоячих и малопроточных, хорошо прогреваемых водоемах [3, с. 217]. Именно таким водоемом является второе озеро заказника – оз. Черное, поэтому мы предположили, что данное озеро может быть местообитанием сальвинии плавающей.

**Цель** – изучить современное состояние редких охраняемых видов озер Белое и Черное на территории биологического заказника республиканского значения «Лунинский».

**Материалы и методы.** Материалами для исследований послужили флористические описания и гербарные образцы сосудистых растений, произраставших в полевые сезоны 2022–2023 гг. (оз. Белое) и в полевой сезон 2024 г. (оз. Черное). Использовали маршрутный метод исследования: в доступных местах совершали пешие проходы вдоль береговой линии; сбор материала производили вручную с берега.

**Результаты исследования.** Озера Белое и Черное расположены в 6 км по прямой друг от друга. Они отличаются своим происхождением: оз. Белое имеет котловину термокарстового происхождения (время Днепровского оледенения, 180 тыс. лет назад), а оз. Черное – котловину остаточного происхождения (время Сожского оледенения, 110 тыс. лет назад) [4]. Озера имеют разную прозрачность по диску Секки: в оз. Белое более 3 м, в оз. Черное – более 0,3 м (по нашим измерениям). Степень зарастания оз. Белое составляет 35 %, а оз. Черное – 92 % [4]. В таблице представлены морфометрические данные озер. Оба озера имеют примерно одинаковую площадь водного зеркала, площадь водосбора, но разную глубину и объем воды [4].

Таблица – Морфометрические данные озер Белое и Черное [4]

Параметры	Озеро Белое	Озеро Черное
Площадь водного зеркала	0,23 км <sup>2</sup>	0,28 км <sup>2</sup>
Площадь водосбора	3,6 км <sup>2</sup>	3,6 км <sup>2</sup>
Объем воды	1,7 млн м <sup>3</sup>	0,44 млн м <sup>3</sup>
Глубина средняя	7,9 м	1,1 м
Глубина максимальная	17,0 м	1,5 м

В 2011 и 2016 гг. сотрудники лаборатории озераведения БГУ проводили исследования на оз. Белое и выяснили, что площадь зарастания озера за 5 лет сократилась с 30 до 15 % за счет погруженных растений (лобелии Дортмана и полушника озерного). Они считают, что такие изменения связаны с активной рекреационной деятельностью на прилегающих к водоему территориях [4]. Проведя собственные исследования на оз. Белое в течение двух вегетационных сезонов (2022–2023 гг.) и сравнив данные за 2 года, мы выяснили, что встречаемость охраняемых видов (*Lobelia dortmanna*

и *Isoetes lacustris*) снизилась. По нашим наблюдениям, встречаемость полушника озерного в 2023 г. по сравнению с 2022 г. сократилась с 50 до 17 %, а встречаемость лобелии Дортманна – со 100 до 50 %. Таким образом, наши данные подтверждают тенденцию снижения встречаемости двух охраняемых видов в оз. Белое.

В 2011 и 2016 гг. сотрудники лаборатории озероведения БГУ исследовали также и оз. Черное. Согласно их данным, оз. Черное имело высокую степень зарастания, однако бедное видовое разнообразие; охраняемых видов водных растений не выявлено [4].

Мы проводили исследования на оз. Черное в вегетационный сезон 2024 г. и обнаружили редкий водный папоротник *Salvinia natans* (L.) All. Вместе с *Hydrocharis morsus-ranae* L. сальвиния плавающая образует сплошные заросли вдоль берегов. Создается впечатление, что на данный момент состояние популяции сальвинии хорошее.

**Заключение.** Проведенные нами исследования позволяют сделать вывод о том, что на территории биологического заказника республиканского значения «Лунинский» в озерах Белое и Черное произрастают редкие охраняемые виды растений. Из результатов наших наблюдений за 2022–2023 гг. следует, что популяции *Isoetes lacustris* L. и *Lobelia dortmanna* L. в оз. Белое, по-видимому, продолжают сокращаться в связи с усилением рекреационной нагрузки и антропогенного эвтрофирования озера. Исследование оз. Черного в вегетационный сезон 2024 г. показало, что это озеро является конкретной точкой произрастания еще одного охраняемого в республике вида – водного папоротника *Salvinia natans* (L.) All., причем состояние популяции данного вида на сегодняшний день не вызывает опасений.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Папченков, В. Г. Закономерности зарастания водотоков и водоемов Среднего Поволжья : дис. ... д-ра биол наук : 03.00.16 / Папченков Владимир Гаврилович. – СПб., 1999. – 578 л.
2. Заповедные территории / сост. П. И. Лобанок. – Минск : Беларус. Энцыкл. імя П. Броўкі, 2008. – 416 с.
3. Красная книга Республики Беларусь. Растения: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / гл. редкол.: И. М. Качановский (пред.) [и др.]. – 4-е изд. – Минск : Беларус. Энцыкл. імя П. Броўкі, 2015. – 448 с.
4. Государственная программа «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов» на 2016–2020 гг. : отчет о НИР за 2016 г. / Ин-т эксперим. ботаники НАН Беларуси ; директор А. В. Пугачевский. – Минск, 2016. – 327 с.

[К содержанию](#)

**А. С. ГОРЕГЛЯД**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

## **СИНИЦЕВЫЕ (*PARIDAE*) В ИСКУССТВЕННЫХ ГНЕЗДОВЬЯХ ЮГО-ЗАПАДА БЕЛАРУСИ**

**Актуальность.** Животный мир является очень важным компонентом окружающей среды. В его разнообразии птицы представляют неотъемлемую группу фауны как природных, так и антропогенных экосистем. Все птицы интересны и по-своему полезны. Но отдельную группу составляют птицы-дуплогнездники, которые издавна привлекались человеком к жилью. В естественных условиях они гнездятся в дуплах, выдолбленных дятлами или образовавшихся в результате гниения древесины. К сожалению, при уходе за садом, парком, лесом подходящие места уничтожаются в первую очередь. Поэтому в настоящее время является актуальным проведение специальных мероприятий по привлечению, увеличению численности и сохранению видового разнообразия птиц биотехническими средствами.

Одними из наиболее распространенных и ярких представителей дуплогнездников орнитофауны лесов и населенных пунктов являются синицы. Они охотно занимают искусственные гнездовья, при этом принося большую пользу как лесным насаждениям, так и садам и паркам, уничтожая в большом количестве яйца гусениц и взрослых особей насекомых-вредителей.

**Цель** – обобщение результатов экспериментальных работ по устройству и размещению искусственных гнездовий для фоновых видов семейства Синицевые (*Paridae*) юго-запада Беларуси.

**Материалы и методы.** Материалом послужили результаты исследований заселяемости искусственных гнездовий, проведенных в населенных пунктах аг. Сошно и д. Вылазы Пинского района, а также в лесном массиве восточнее аг. Сошно. За период с 2019 по 2024 г. изготовлено и развешено 29 искусственных гнездовий для синиц, из них 13 синичников «для большой синицы» (*Parus major*) и 16 синичников для мелких видов синиц (*Paridae*) и мухоловки-пеструшки (*Ficedula hypoleuca*).

Дощатые искусственные гнездовья (фото 1) изготавливались по классическим параметрам, указанным в литературных источниках [1; 2]. При этом допускалось незначительное отклонение в значениях с учетом биологических особенностей гнездования синиц в естественных условиях [3; 4]. Синичники размещались на расстоянии не менее 40 м друг от друга на стволах деревьев с различных сторон света, на высоте от 1,35 до 7,3 м.





Фото 1 – Общий вид наиболее удачной конструкции синичника «для большой синицы», установленного в Пинском районе Брестской области 13.10.2024

**Результаты исследования.** Все искусственные гнездовья для синиц размещались в четырех типах местообитаний: 1) деревенская застройка (населенный пункт) – синичники размещались непосредственно возле хозяйственных строений либо в 20–30 м от них; 2) опушка леса – опушка средневозрастного сосново-лиственного леса; 3) лесопосадка – молодая посадка лесных культур (сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), береза повислая (*Betula pendula*)); 4) лесной массив – высокоствольный приспевающий сосняк с примесью березы повислой (*Betula pendula*), тополя дрожащего (*Populus tremula*), ольхи черной (*Alnus glutinosa*), дуба черешчатого (*Quercus robur*) (таблица 1).

В деревенской застройке установлено 7 искусственных гнездовий, на опушке леса – 9, в лесопосадке – 7, в лесном массиве – 6 (таблица 1). Большая часть (62 %) искусственных гнездовий была установлена в 2021 г.

В ходе полевых наблюдений в течение 2019–2024 гг. среди семейства Синицевые (*Paridae*) в размещенных синичниках на гнездовании были отмечены три вида: синица большая (*Parus major*) (является доминантным видом при занятии гнезд), лазоревка обыкновенная (*Cyanistes caeruleus*), московка (*Parus ater*) (отмечен один случай гнездования). Среди других семейств на гнездовании встречались: мухоловка-пеструшка (*Ficedula hypoleuca*), поползень обыкновенный (*Sitta europaea*), воробей полевой (*Passer montanus*).

Отмечено 38 достоверных случаев гнездования большой синицы (вторые кладки в одном и том же гнездовье встречались 4 раза), лазоревки обыкновенной – 10 (фото 2), московки – 1. В 10 случаях брошенные недостроенные гнезда или гнезда с 1–2 яйцами синиц не удалось установить до вида.

Таблица 1 – Распределение размещенных искусственных гнездовий по годам и месторасположению в Пинском районе Брестской области в 2019–2023 гг.

Вид гнездовья	Год/место											
	2019	2020		2021				2022			2023	
	Деревен- ская застройка	Деревен- ская застройка	Лесной массив	Деревен- ская застройка	Опушка леса	Лесо- посадка	Лесной массив	Деревен- ская застройка	Опушка леса	Лесо- посадка	Опушка леса	Лесо- посадка
Для «большой синицы»	1		1	1	1	2	2	1	1	1	2	
Для мелких синиц		1	1	3	5	2	2			1		1
Всего	1	3		18				4			3	

Таблица 2 – Общая занятость гнездовий синицами и успешность гнездования в Пинском районе Брестской области в 2019–2024 гг.

Год	Общее количество действующих синичников	Общее количество занятых синицами синичников	Общее число успешных циклов размножения синиц в синичниках	Общий % занятых синицами синичников	Общий % успешных циклов размножения синиц в синичниках
2019	1	0	0	0	0
2020	4	2	1	50	50
2021	22	8	7	36,4	87,5
2022	26	14	8	53,9	57,14
2023	29	17	13	58,6	76,5
2024	29	14	13	48,3	92,9





Фото 2 – Выводок лазоревки обыкновенной в искусственном гнездовье (Пинский район, Брестская область). 13.05.2024

В достоверно установленных случаях гнездования соотношение занятых гнездовых лазоревкой обыкновенной и большой синицей составило приблизительно 1 : 4.

Наибольший процент заселенных искусственных гнездовых наблюдался в 2023 г. и составил 58,6 % (таблица 2). Самый высокий показатель успешных циклов размножения зафиксирован в 2024 г. и составил 92,9 %, самый низкий – в 2020 г., что связано в первую очередь с небольшим количеством установленных гнездовых.

Также было отмечено, что наибольшую востребованность искусственные гнездовья представляют для лесопосадки, где средний показатель заселяемости в разные годы составил 57,7 %, а средняя успешность циклов размножения – 93,8 %.

Зафиксировано 13 случаев неудачного гнездования. В 2020 г. в гнездовье погибли по неизвестным причинам оперенные слетки большой синицы. В 2021 и 2023 гг. лазоревкой обыкновенной были брошены свежие полные кладки, что, возможно, было связано с беспокойством со стороны человека. В 10 случаях по неизвестным причинам гнездовья были брошены на стадии строительства гнезда или откладки первых яиц.

В ходе исследований за заселяемостью искусственных гнездовых были выявлены некоторые причины неиспользования синичников непосредственно синицами: 1) конкуренция с другими видами птиц-дуплогнездников (мухоловка-пеструшка, поползень европейский, воробей полевой); 2) конкуренция со стороны общественных насекомых (осы

(*Vespa sp.*), шершень обыкновенный (*Vespa crabro*)); 3) конкуренция со стороны млекопитающих (соня-полчок (*Glis glis*), соня орешниковая (*Muscardinus avellanarius*)); 4) изменение размеров летка деятельностью большого пестрого дятла (*Dendrocopos major*) и сони-полчка; 5) неудачное изготовление конструкции гнездовья (неподходящий материал, растрескивание стенок, непрочное закрепление крыши); 6) неудачное месторасположение; 7) возможно накопление нидиколов – паразитов птиц (гнездовья ежегодно очищались от старых следов жизнедеятельности, но это не исключало полного уничтожения паразитов).

**Заключение.** Изготовление и развеска искусственных гнездовий для синиц позволяет увеличивать число пригодных для гнездования ниш не только представителям рода *Parus*, но и другим видам птиц-дуплогнездников (мухоловка-пеструшка, поползень обыкновенный, воробей полевой), а также некоторым видам млекопитающих (соня-полчок, соня орешниковая) и общественным насекомым (осы, шершень обыкновенный), что указывает на недостаточное количество естественных ниш и актуальность введения в практику проведения системных биотехнических мероприятий по изготовлению и размещению искусственных гнездовий не только для синиц, но и для других видов экологически и хозяйственно ценных животных.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Демянчик, В. Т. Экологическая биотехния: практические способы привлечения и увеличения численности диких животных в природе Полесья. Ч. 2. Общие сведения, млекопитающие / В. Т. Демянчик, М. Г. Демянчик. – Брест : Изд-во С. Лаврова, 2000. – 256 с.

2. Дзікая прырода Беларусі : дапам. да факультат. заняткаў для вучняў 7–8-х кл. агул.-адукац. устаноў для работы ў класе / В. В. Грычык [і інш.] ; пад агул. рэд. В. В. Грычыка. – Мінск : Адукацыя і выхаванне, 2009. – 271 с.

3. Никифоров, М. Е. Птицы Белоруссии: справочник-определитель гнезд и яиц / М. Е. Никифоров, Б. В. Яминский, Л. П. Шкляров. – Минск : Выш. шк., 1989. – 479 с.

4. Промтов, А. Н. Птицы в природе / А. Н. Промтов. – 3-е изд. – Л. : Гос. учеб.-пед. изд-во, 1957. – 490 с.

[К содержанию](#)

**В. Ф. ГРИГОРЬЕВА**

Минск, БГУ

Научный руководитель – С. Н. Филиппова, канд. биол. наук, доцент

## **СКРИНИНГ АПТЕЧНЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ *SALVIA FOLIA* ПО ФИТОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ**

**Актуальность.** Шалфей лекарственный (*Salvia officinalis* L.) – травянистое растение, принадлежащее к семейству яснотковых (*Lamiaceae*), – широко известен благодаря своей высокой фармакологической ценности. Биологическая активность шалфея обусловлена входящими в его состав веществами, такими как  $\alpha$ -туйон,  $\beta$ -туйон, камфора, цинеол, а также фенольными соединениями, такими как розмариновая кислота, карнозоловая кислота, карнозол и др. Экстракты данного растения проявляют мощные антиоксидантные, противомикробные, противовоспалительные, нейропротекторные и антидиабетические свойства. Было установлено, что экстракты шалфея проявляют цитотоксическое действие против различных линий онкологических клеток. Кроме того, исследования данного растения показали многообещающие результаты в области улучшения когнитивных функций и памяти, что потенциально может принести пользу людям с нейродегенеративными заболеваниями, такими как болезнь Альцгеймера [1].

Как известно, содержание биологически активных соединений в лекарственном растительном сырье может существенно варьировать в зависимости от региона произрастания, сроков и условий его заготовки и других факторов. Поскольку на фармацевтическом рынке Республики Беларусь большое количество препаратов лекарственно-растительного сырья *Salviae folia* различных производителей, представлялось актуальным провести сравнительный фитохимический анализ некоторых из них.

**Цель** – провести сравнительный анализ биологически активных соединений в лекарственно-растительном сырье *Salviae folia* различных производителей, представленных в продаже в аптеках Республики Беларусь.

**Объекты и методы.** В качестве объектов исследования использовалось лекарственное растительное сырье *Salviae folia* семи различных производителей, представленных в аптеках г. Минска (таблица). Тонкослойную хроматографию проводили согласно методике Государственной фармакопеи Республики Беларусь (ГФРБ) [2]. Для определения фенольных соединений и флавоноидов получали водно-спиртовые экстракты исследуемого сырья. Навеску растительного сырья (0,3 г) переносили в круглодонную колбу и добавляли к ней 30 мл 70 %-го этанола. Экстрагирование проводили в течение 120 минут при нагревании на водяной бане с обратным холодильником.

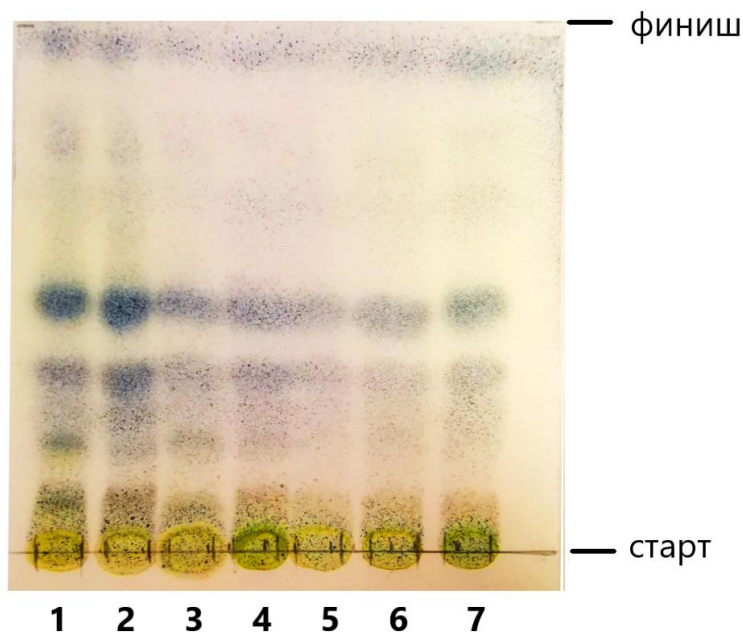
Таблица – Исследуемые образцы лекарственно-растительного сырья *Salviae folia* различных производителей

№ п/п	Производитель, страна	Срок годности
1	БАД «Наследие природы», РФ	03.2025
2	Биотест, РБ	06.2025
3	Фармгрупп, РФ	05.2025
4	Калина, РБ	01.2025
5	Падис'С, РБ	02.2025
6	Фитофарм, РФ	01.2025
7	Беласептика, РБ	06.2024

В ходе количественного анализа фенолов в растительных объектах использовали метод Фолина – Чокальтеу [3]. Содержание фенольных соединений в пробах выражали в эквиваленте галловой кислоты (ГК). Определение суммы флавоноидов проводили с помощью спектрофотометрического метода, основанного на реакции комплексообразования биофлавоноидов с хлоридом алюминия [4]. Содержание флавоноидов в пробах выражали в эквиваленте кверцетина (Кв). Обработку данных производили с помощью пакета статистического анализа программы *Microsoft Excel*.

**Результаты исследования.** На рисунке представлена хроматограмма, полученная при разделении в тонком слое биологически активных соединений лекарственного растительного сырья *Salviae folia* различных производителей. Согласно ГФРБ, на хроматограмме исследуемых препаратов должны обнаруживаться наиболее интенсивно окрашенные в синий и розовато-фиолетовый цвет зоны, соответствующие веществам  $\alpha$ -туйону,  $\beta$ -туйону и цинеолу. Как видно на рисунке, в экстрактах листьев шалфея всех производителей присутствуют соединения, имеющие сходные значения показателя Rf и окрашенные в вышеуказанные цвета, однако проявляющие различную интенсивность окраски пятен. На основании визуального анализа можно сделать заключение о том, что содержание указанных предполагаемых фитометаболитов существенно различается в экстрактах исследуемых препаратов *Salviae folia*. Так, максимально выраженная интенсивность окраски пятен, соответствующих биологически активным соединениям исследуемого растения, была выявлена у производителей «Наследие природы» и «Биотест».

Наиболее высокое содержание суммы фенольных соединений ( $81 \pm 2 - 108 \pm 4$  мг ГК/г сух. м.) было выявлено в экстрактах лекарственного сырья *Salviae folia* производителей «Наследие природы», «Падис'С» и «Фитофарм». При анализе содержания флавоноидов было установлено, что максимальное накопление данного класса фитометаболитов наблюдалось в экстрактах листьев шалфея производителей «Наследие природы», «Биотест», «Падис'С» и «Фитофарм» (данные не представлены).



1 – «Наследие природы», 2 – «Биотест», 3 – «Фармгрупп», 4 – «Калина»,  
5 – «Падис'С», 6 – «Фитофарм», 7 – «Беласептика»

Рисунок – Хроматограмма экстрактов лекарственного сырья *Salviae folia* различных производителей

**Заключение.** В результате проведенного анализа ТСХ и спектрофотометрических исследований экстрактов из лекарственного растительного сырья *Salviae folia* различных производителей можно сделать вывод о том, что наиболее высокое количество биологически активных соединений содержится в экстрактах сырья производителей «Наследие природы» и «Биотест».

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. A Review of therapeutic properties and uses of *Salvia officinalis* / G. Deepak [et al.] // Journal of Pharma Insights and Research. – 2024. – Vol. 02(03). – P. 146–154.
2. Государственная фармакопея Республики Беларусь (ГФ РБ II): в 3 т. / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, РУП «Центр экспертиз и испытаний в здравоохранении»; под общ. ред. А. А. Шерякова. – Минск, 2007. – Т. 2 : Общие и частные фармакопейные статьи. – 471 с.
3. Slinkard K. Total phenol analysis: automation and comparison with manuel methods / K. Slinkard, V. L. Singleton // American journal of enology and viticulture. – 1977. – Vol. 28. – P. 49–55.

4. Гаврилин, М. В. Фенольные соединения надземной части шалфея мускатного (*Salvia sclarea* L.), культивируемого в Ставропольском крае / М. В. Гаврилин, О. И. Попова, Е. А. Губанова // Химия растительного сырья. – 2010. – № 4. – С. 99–104.

#### [К содержанию](#)

УДК 577.29

**Н. В. ГУДНАЯ**

Минск, ЦБС НАН Беларуси

Научный руководитель – В. В. Титок, д-р биол. наук, гл. науч. сотрудник

### **ПОДБОР iPBS-МАРКЕРОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ ПОПУЛЯЦИЙ *LIPARIS LOESELII* (L.) RICH. В БЕЛАРУСИ**

**Актуальность.** Ввиду глобальных климатических изменений в сторону потепления холодостойкие бореальные виды находятся в уязвимом положении. В их числе *Liparis loeselii* (L.) Rich. (лосняк Лезеля) – редкий реликтовый вид, произрастающий у южной границы ареала и включенный в Красную книгу Республики Беларусь, где ему присвоена II категория охраны. Для оценки современного состояния *L. loeselii* и разработки стратегии его сохранения, как и других исчезающих видов [1], необходим комплексный подход, учитывающий актуальные сведения о хорологии, эколого-биологических особенностях вида и его популяционной структуре. При этом одним из важных критериев, необходимых для лучшего понимания состояния популяций *L. loeselii*, является оценка их генетического разнообразия, от которого зависит способность видов адаптироваться к изменяющимся условиям среды. Для оценки генетической гетерогенности популяций необходимо подобрать подходящие маркеры, которые позволят получить фрагменты ДНК с полиморфными локусами.

**Цель** – выполнить подбор iPBS-маркеров для дальнейшего определения генетического разнообразия и структуры популяций *L. loeselii* на территории Беларуси.

**Материалы и методы.** В работе использовали комплекс методов экспедиционных ботанических изысканий (поиск популяций и сбор полевого материала, документирование находок и т. д.) и молекулярно-генетических исследований. ДНК выделяли с помощью набора реагентов «ДНК-Экстран-3» (Синтол, Россия). Качество и количество выделенной ДНК проверяли с помощью NanoPhotometer Pearl Implen GmbH (Мюнхен, Германия).

**Результаты исследования.** В ходе экспедиционных исследований был произведен поиск и изучение популяций *L. loeselii* в различных частях ареала вида в пределах Беларуси. Всего было изучено шесть популяций: Озеры (Гродненский район), Подсады (Минский район), Чистец (Мядельский район), Сервеч (Глубокский район) и Межужол (Докшицкий район), Веркуды (Ушачский район). Попытки отбора образцов в ранее известных популяциях у южной границы ареала *L. loeselii* в Слуцком, Жлобинском и Мстиславском районах не увенчались успехом в связи с возможным исчезновением вида в отмеченных локалитетах.

При подборе подходящих маркеров для оценки генетической структуры исследуемых популяций *L. loeselii* выделяли ДНК из высушенных в силикагеле листьев. Определение качества выделенной ДНК показало, что значение соотношения 260/280 варьируется от 1,66 до 1,84.

В исследовании использовали 30 iPBS-праймеров (таблица) [2]. ПЦР проводили в 25 мкл реакционной смеси, содержащей 25–50 нг ДНК, 5 мкл готовой смеси для ПЦР ScreenMix (Евроген, Россия), 1 мМ праймера для 12–13 п. н. праймеров или 0,6 мМ для 18 п. н. праймеров, и воды.

Таблица – Праймеры, используемые в исследовании: I – праймер, II – оптимальная температура отжига  $T_a$  (°C), III – последовательность (5'–3')

I	II	III	I	II	III
2074	49.6	GCTCTGATACCA	2077	55.1	CTCACGATGCCA
2389	50.0	ACATCCTTCCCA	2390	56.4	GCAACAACCCCA
2373	51.0	GAACCTTGCTCCGATGCCA	2273	56.5	GCTCATCATGCCA
2277	52.0	GGCGATGATACCA	2394	56.5	GAGCCTAGGCCA
2376	52.0	TAGATGGCACCA	2220	57.0	ACCTGGCTCATGATGCCA
2375	52.5	TCGCATCAACCA	2242	57.0	GCCCCATGGTGGGCGCCA
2377	53.0	ACGAAGGGACCA	2076	59.2	GCTCCGATGCCA
2378	53.0	GGTCCTCATCCA	2271	60.0	GGCTCGGATGCCA
2383	53.0	GCATGGCCTCCA	2415	61.0	CATCGTAGGTGGGCGCCA
2374	53.5	CCCAGCAAACCA	2078	62.8	GCGGAGTCGCCA
2095	53.7	GCTCGGATACCA	2399	63.0	AAACTGGCAACGGCGCCA
2083	54.6	CTTCTAGCGCCA	2080	63.3	CAGACGGCGCCA
2237	55.0	CCCCTACCTGGCGTGCCA	2081	65.0	GCAACGGCGCCA
2239	55.0	ACCTAGGCTCGGATGCCA	2270	65.0	ACCTGGCGTGCCA
2272	55.0	GGCTCAGATGCCA	2079	65.2	AGGTGGGCGCCA

Программа ПЦР состояла из одного цикла при 95 °C в течение 5 минут, 38 циклов при 95 °C в течение 15 секунд, отжиг проводили при температуре 49,6–65,2 °C (в зависимости от праймера) в течение 60 секунд, элонгация 68 °C в течение 90 секунд. Финальная элонгация проводилась при 72 °C в течение 8 минут. Амплификацию проводили в программируемом терморегуляторе C1000 Touch Thermal Cycler (MJ Research Inc.,



Bio-Rad Laboratories, США). Электрофорез проводили при напряжении в 65V на протяжении 5 часов в 2 %-м агарозном геле. Для окрашивания геля использовали бромид этидия в течение 30 минут и визуализировали с использованием системы UV Imager Gel Doc XR+ (Bio-Rad, США). В результате получены изображения, с помощью которых определяли подходящие праймеры для дальнейшего исследования (рисунок 2).

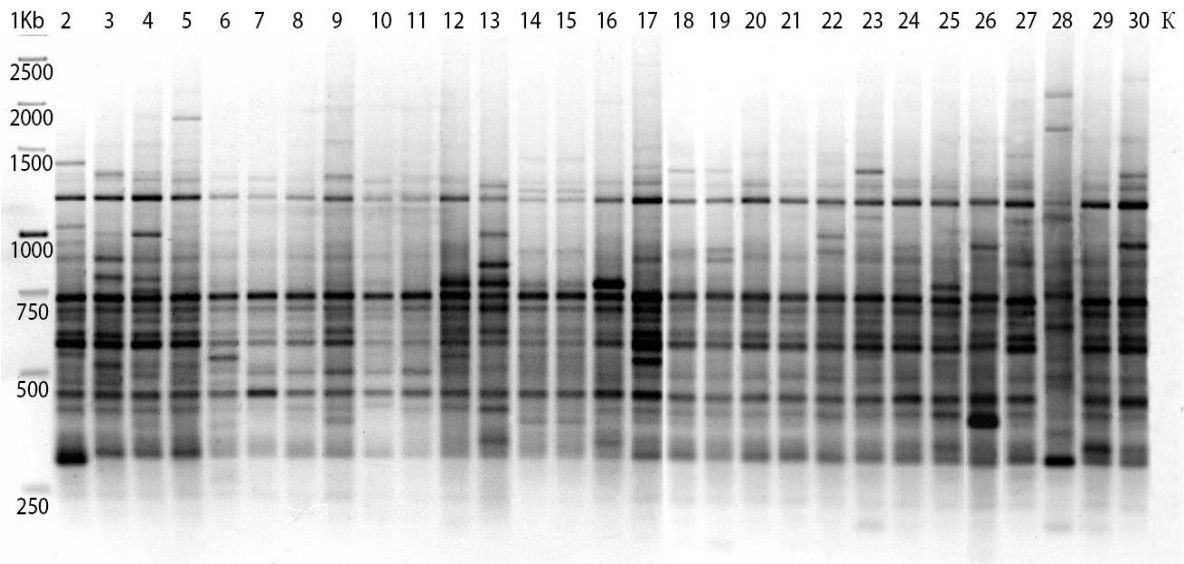


Рисунок 2 – Результаты ПЦР с использованием 2271 iPBS-праймера для популяций Озеры (дорожки 2–6), Подсады (дорожки 7–11), Чистец (дорожки 12–16), Сервеч (дорожки 17–21), Межужол (дорожки 22–26) и популяции Веркуды (дорожки 27–30). Первая дорожка – маркер молекулярного веса 1Кб

В результате было установлено, что подходящими маркерами оказались 7 из 30 используемых (2271, 2081, 2242, 2076, 2079, 2080, 2270). Аналогичные исследования латвийских коллег позволили подобрать только три маркера, общими из которых являются 2079 и 2270 [3].

**Заключение.** Дальнейшая работа с подобранными маркерами позволит выявить уровень генетического разнообразия и популяционную структуру *L. loeselii* для определения способов сохранения данного вида в условиях дикой природы.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гудная, Н. В. Природоохранная роль генетического разнообразия популяций хорологически детерминированных видов семейства *Orchidaceae* (орхидные) / Н. В. Гудная, А. Н. Мялик, Т. Г. Кулагина // Ботанический сад. – 2024. – № 1. – С. 32–36.



2. iPBS: a universal method for DNA fingerprinting and retrotransposon isolation / R. Kalendar, K. Antonius, P. Smýkal, A. H. Schulman // Theoretical Applied Genetics. – 2010. – Vol. 121, № 8. – P. 1419–1430.

3. Usability of retrotransposone-based molecular marker system to assess genetic diversity of *Liparis loeselii*. / I. Belogradova, D. Grauda, G. Jakobsone, I. Rashal // Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis. – 2012. – Vol. 12, № 1. – P. 40–43.

### [К содержанию](#)

УДК 581.1

**А. Д. ДАВЫДОК**

Минск, БГПУ имени Максима Танка

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

## **ВЛИЯНИЕ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА МОРФОГЕНЕЗ РАСТЕНИЙ *PIPER LONGUM* L.**

**Актуальность.** В последнее время все существеннее стали отмечаться сдвиги в интенсивности климатических факторов относительно средних норм, что обуславливает стрессовую нагрузку на растения. Поэтому необходимо применять разнообразные методы, повышающие устойчивость растений к факторам среды, но не нанося при этом вреда природе. Таким требованиям отвечает электромагнитная обработка посевного материала, давшая большое количество позитивных отзывов [1, с. 580–587; 2, с. 46–48].

В качестве объекта исследования был выбран перец длинный (*Piper longum* L.). Плоды этого перца являются известным лекарством от заболеваний дыхательных путей (кашля, бронхита, астмы и т. д.), при болях в мышцах и воспалениях [3, с. 67–76], а также используются в качестве специй в кулинарии. Это растение-интродуцент для нашей страны, а следовательно, нуждается в определенных факторах адаптации. В связи с этим были выбраны различные виды электромагнитного воздействия на семена данной культуры.

**Цель** – изучение влияния сверхвысокочастотного электромагнитного излучения на посевные качества семян и ростовые процессы перца длинного (*Piper longum* L.) в условиях лабораторного и полевого эксперимента.

**Материалы и методы.** Для исследования семена обрабатывались электромагнитным полем (далее – ЭМП) сверхвысокочастотного (далее – СВЧ) диапазона с тепловым нагревом на частоте 2430 МГц, мощность 90 % (из 800 Вт) продолжительностью 2,5 (P1) и 3 (P2) минуты, а также ЭМП СВЧ

продолжительностью 12 минут, частотой 64–66 ГГц, мощностью 10 мВт (P3) в Институте ядерных проблем БГУ. Контролем служили необработанные семена.

В лабораторном опыте контрольные и опытные семена выращивались в чашках Петри на увлажненной фильтровальной бумаге при комнатной температуре (18–21 °С) в течение 16 дней в условиях естественного освещения. Затем проростки были помещены во влажный грунт в условия полевого опыта. При проведении исследования оценивалось влияние электромагнитного излучения (далее – ЭМИ) СВЧ на всхожесть и характер ростовых процессов изучаемой культуры. На 15-й и 67-й день эксперимента были произведены замеры высоты растений, на 67-й дополнительно производился подсчет количества вегетативных (листьев) и генеративных (цветков) органов растений. Повторность опыта трехкратная. Результаты обрабатывались статистически с помощью пакета программ Microsoft Excel.

**Результаты исследования.** В ходе эксперимента выявлено, что данная обработка существенно увеличила показатель всхожести относительно контроля на 20 % P1 и на 30 % P2 и P3 (рисунок 1, а).

Установлено, что обработка ЭМИ СВЧ положительно повлияла на характер ростовых процессов изучаемой культуры. Отмечено, что все режимы активизировали ростовые процессы перца длинного. Выявлено, что на 15-й день исследования возросла относительно контроля высота побегов перца длинного от 38,3 % (P3) до 63,8 % (P2) (рисунок 1, б). Установлено снижение амплитуды стимулирующего эффекта ЭМИ к 67-му дню прорастания и увеличение высоты растений перца на 12,3 %, 41,8 % и 8,1 % соответственно режимам P1, P2 и P3.

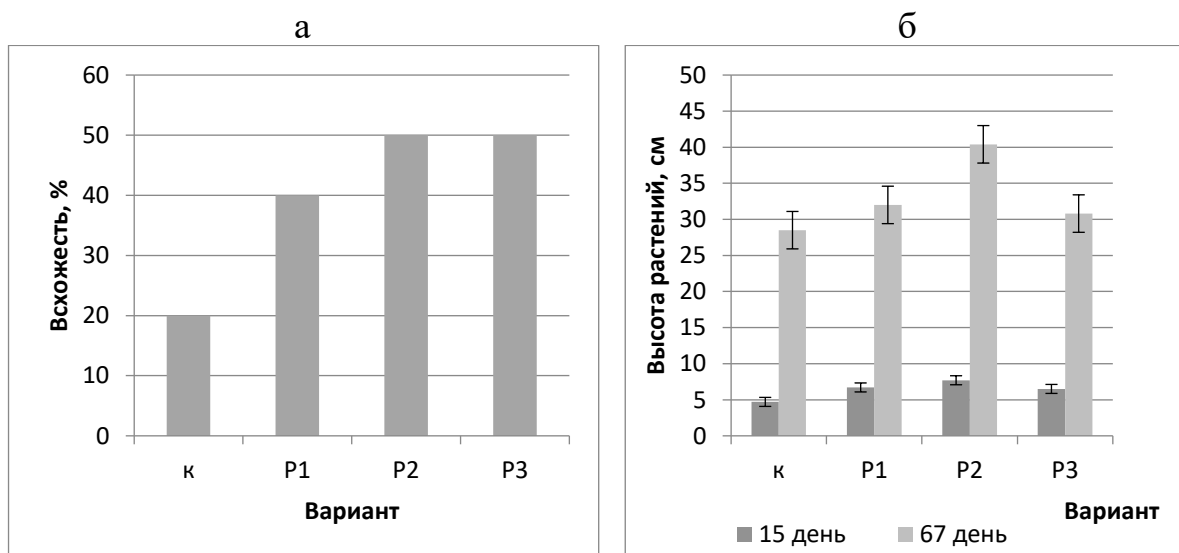


Рисунок 1 – Влияние различных видов ЭМИ на всхожесть (а) и ростовые процессы (б) перца длинного

Отмечено, что обработка ЭМИ СВЧ прогрессивно повлияла на количество цветков и листьев растений перца длинного. Выявлено увеличение количества цветков на растениях перца длинного относительно контрольных значений в 2,25 раза, 2,77 раза, 1,73 раза соответственно режимам P1, P2 и P3 (рисунок 2, а). Установлено увеличение количества листьев на растениях перца длинного в случаях всех режимов электромагнитного воздействия от 1,5 раза (P3) до 3 раз (P1) (рисунок 2, б).

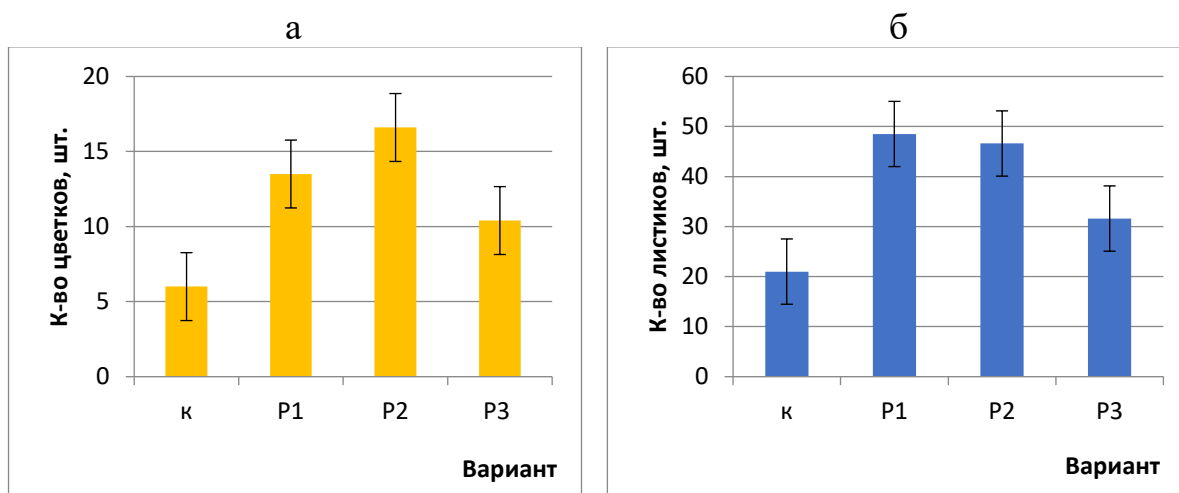


Рисунок 2 – Влияние различных видов ЭМИ на количество цветков (а) и листьев (б) перца длинного

**Заключение.** Таким образом, все режимы сверхвысокочастотного электромагнитного излучения оказали позитивный эффект на посевные качества семян *Piper longum* L. и ростовые процессы данного вида растений, активизируя закладку вегетативных и генеративных органов, но наиболее позитивный эффект оказал режим 2 (P2) ЭМИ СВЧ диапазона с тепловым нагревом продолжительностью 3 минуты. Это свидетельствует о том, что данный вид предпосевного воздействия на семена является оптимальным для использования его в будущих исследованиях на данной овощной культуре.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Посевные качества семян мягкой яровой пшеницы (*Triticum aestivum*) при разных режимах воздействия низкочастотным электромагнитным полем / Н. С. Левина, Ю. В. Тертышная, И. А. Бедей [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2017. – Т. 52, № 3. – С. 580–587.
2. Ерохин, А. И. Применение электромагнитных полей для предпосевной обработки семян / А. И. Ерохин // Земледелие. – 2012. – № 5. – С. 46–48.
3. Maitreyi, Z. Chemistry and pharmacology of *Piper longum* L. / Z. Maitreyi // International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. – 2010. – Vol. 5, № 1. – P. 67–76.

[К содержанию](#)

**В. В. ДАНИЛЕНКО**

Горки, БГСХА

Научный руководитель – О. В. Поддубная, канд. с.-х. наук, доцент

## **СОВРЕМЕННОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕСТИЦИДОВ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ АГРОЭКОЛОГИИ**

**Актуальность.** Агроэкология – динамично развивающаяся концепция, которая в последние несколько лет стала занимать все более заметное место в научном и сельскохозяйственном секторе. Все больше эта концепция пропагандируется как способная внести вклад в преобразование продовольственных систем на основе применения экологических принципов в сельском хозяйстве [1].

Актуальность исследований заключается в том, что с ростом применения химических средств защиты растений возникли серьезные экологические проблемы, связанные с загрязнением окружающей среды, ухудшением здоровья человека и биоразнообразия. Поэтому, учитывая агроэкологический аспект, важен анализ современных концепций, которые направлены на повышение экологической безопасности пестицидов, включая разработку новых формул, улучшение методов применения и стратегий регулирования [2; 3].

**Цель работы** – изучить научную литературу о перспективных направлениях применения пестицидов для сельскохозяйственных культур.

**Материалы и методы.** Для получения информации был проведен анализ научной литературы.

**Результаты исследования.** В агропромышленном комплексе за последнее время под действием санкционного давления недружественных стран сформировалась в рамках импортозамещения тенденция к развитию нескольких перспективных направлений применения пестицидов для сельскохозяйственных культур, выращиваемых на территории Республики Беларусь. Данные направления, нацеленные на улучшение качества выращиваемых культур и на увеличение урожая, включают в себя сразу несколько подходов: инновационный, экономический, технологический и экологический [2–4].

Инновационный подход заключается в разработке и внедрении новых действующих веществ пестицидов или их функциональных групп. В основном он применяется в отношении гербицидов для решения проблемы резистентности сорняков к действующим веществам. Например, синтезировано новое производное  $\alpha$ -трифтортиоанизола против широко-

лиственных и злаковых сорняков, результаты испытаний позволяют рассматривать его как возможного кандидата для замены токсичного фомесафена (на сегодняшний день не имеет действующей регистрации в странах ЕС). К инновационным подходам относится разработка и внедрение активно применяемых в последнее время биопестицидов.

Экономический подход в отношении пестицидов нацелен на снижение себестоимости производимых средств защиты растений. Примером данного подхода может служить выпуск ряда новых фунгицидов – ингибиторов сукцинатдегидрогеназы (SDHI), каждый из которых по-своему более эффективен и надежен в сравнении с фунгицидами, применяемыми в настоящее время, что обеспечивает привлекательность продукта средства защиты растений по показателю цена/эффективность. Например, ADEPIDYN™ Technology (Syngenta) зарегистрирован для использования на озимых и яровых культурах пшеницы, ячменя, овса, тритикале и ржи; Imtrex® Flowable и Adexar® (BASF) зарегистрированы для применения на пшенице.

Технологический подход подразумевает усовершенствование существующих технологий на всех этапах производства сельскохозяйственной продукции – от протравливания семян до уборки урожая и хранения. Примеры такого подхода – применение дронов, внедрение радиоуправляемой сельскохозяйственной техники, точечное внесение пестицидов.

Экологический подход базируется на широком видении вопросов взаимодействия с окружающей средой при разработке и внедрении новых действующих веществ и технологий применения средств защиты растений и выражается в комплексных исследованиях, учитывающих влияние нового препарата на биогеоценоз в целом, совершенствовании законодательства, внедрении системы прослеживаемости через создание информационных систем и т. д.

Современные тенденции в научных исследованиях направлены на создание альтернатив химическим пестицидам. Например, биопестициды, основанные на естественных веществах и микроорганизмах, становятся все более популярными. Они менее токсичны для полезных организмов и окружающей среды. Исследования показывают, что использование экстрактов растений, таких как ним (*Azadirachta indica*), может эффективно бороться с вредителями, имея низкий уровень токсичности для человека и животных. Снижение применения традиционных химических пестицидов возможно через более тщательное планирование сельскохозяйственных систем. Интегрированное управление вредителями включает в себя комбинирование различных подходов, таких как использование устойчивых сортов, ловушек, биологических агентов и минимальное применение химикатов. Это снизит общее количество применяемых пестицидов и минимизирует их негативное воздействие на экосистемы [2; 4].

**Заключение.** В развитии перспективного направления использования пестицидов и агрохимикатов для сельскохозяйственных культур первоочередная задача – переход к устойчивому земледелию. Применение перечисленных подходов как по отдельности, так и в совокупности наряду с эффективностью и экономичностью нацелено на обеспечение безопасности людей и сохранение окружающей среды.

В настоящее время отечественные компании при содействии поставщиков из дружественных стран планируют обеспечить защиту растений как часть продовольственной безопасности Беларуси. Современные направления в области экологической безопасности пестицидов направлены на снижение негативного воздействия на окружающую среду и здоровье человека. Разработка биопестицидов, использование новых технологий применения, интегрированные системы управления вредителями и строгие меры регулирования – все это способствует более устойчивому сельскому хозяйству в условиях глобальных вызовов. Переход к безопасным и эффективным методам защиты растений станет важным шагом на пути к устойчивому развитию и сохранению экосистем планеты.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабаев, Ш. М. Разработка технологии и технических средств для локально-принудительного осаждения жидких пестицидов / Ш. М. Бабаев // Бюллетень науки и практики. – 2022. – Т. 8, № 3. – С. 93–106. – DOI: 10.33619/2414-2948/76/11.

2. Воробьев, И. П. Составляющие продовольственного рынка Беларуси / И. П. Воробьев, Е. И. Сидорова // Аграрная экономика. – 2016. – № 2. – С. 21–23.

3. Захаренко, В. А. Особенности развития технологий защиты растений в агроэкосистемах в условиях рыночной экономики России / В. А. Захаренко // Агрохимия. – 2023. – № 8. – С. 45–57. – DOI: 10.31857/S0002188123080112.

4. Лысов, Е. К. Проблемы применения средств защиты растений и пути снижения их техногенного воздействия на окружающую среду / А. К. Лысов // АгроЭкоИнженерия. – 2023. – № 3 (116). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-primeneniya-sredstv-zaschity-rasteniya-i-puti-snizheniya-ih-tehnogennogo-vozdeystviya-na-okruzhayuschuyu-sredu> (дата обращения: 31.10.2024).

[К содержанию](#)

**А. А. ДОРОШУК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

## **ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ГРАМОТНОСТИ УЧАЩИХСЯ В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ ХИМИИ**

**Актуальность.** Экологическое образование – важная составляющая общего среднего образования. Наиболее актуальным оно является при изучении химических наук. Обучение химии с учетом экологических вопросов помогает учащимся изучать как свойства веществ, так и их влияние на здоровье человека, состояние флоры и фауны. Это способствует формированию бережного отношения к природным ресурсам. В процессе приобретения знаний о химических процессах и их влиянии на окружающую среду у учащихся развивается осознанное отношение к экологическим проблемам, складывается представление о влиянии химических веществ на экосистемы, о роли человека и его месте в природе, формируется понимание химического взаимодействия в окружающей среде, умение анализировать и мыслить критически. Внедрение экологических аспектов в курс изучения химии не только развивает у учащихся понимание экологических проблем, но и формирует ответственное отношение к окружающей среде как в повседневной жизни, так и в дальнейшей профессиональной деятельности. Таким образом, интеграция экологических вопросов в учебные дисциплины химии способствует формированию у учащихся ответственности и активной гражданской позиции, что актуально для современного общества, сталкивающегося с экологическими вызовами.

**Цель** – анализ факторов, оказывающих влияние на формирование экологического образования учащихся во время уроков химии на примере изучения концентрации загрязняющих веществ в окружающей среде населенного пункта, в котором расположено учебное заведение.

**Материалы и методы** – обобщение педагогического опыта по экологическому образованию, анализ литературных источников и нормативной документации.

**Результаты исследования.** Экологическое образование учащихся складывается из бережного отношения к природе и прочных естественно-научных знаний, передаваемых от учителя. Для передачи знаний на уроках химии можно использовать различные методы и приемы, которые помогут учащимся увидеть связь между химическими процессами и экосистемами [1]. Они помогут рассмотреть химию как одну из важнейших естественных

наук, которая выступает главным фактором для развития научного мировоззрения, науки, техники и технологий. Активное привлечение учащихся к проектной деятельности предоставляет им уникальную возможность применять теоретические знания на практике. Проекты могут включать как изучение местных экосистем и анализ загрязнений, так и разработку способов их снижения. Такой подход углубляет знания и формирует ответственное отношение к экологии в условиях растущего загрязнения опасными веществами, динамика роста которых представлена на рисунке.

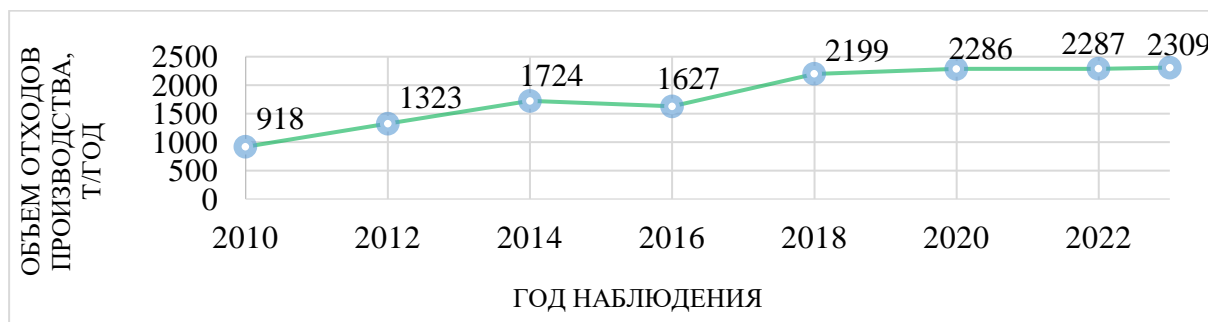


Рисунок – Динамика образования отходов производства, относящихся к 1–3 классам опасности в Республике Беларусь, за 2010–2023 гг.

Одним из методов педагогики является демонстрация опытов с использованием природных материалов. Организация познавательной деятельности учащихся должна опираться на научный анализ реальности. Важно, чтобы учащиеся не только осваивали теоретические знания, но и применяли их на практике, исследуя окружающий мир. Для формирования бережного отношения к водным ресурсам и изучения содержания железа в пробах воды используется метод фотометрии. Фотометрия – оптический метод анализа, основанный на поглощении электромагнитного излучения анализируемым веществом [2]. Для демонстрации учащимся динамики загрязнения подземных вод можно использовать данные центров гигиены, эпидемиологии и общественного питания. Наиболее актуальными они являются при изучении темы «Вода» на уроках химии в 7 классе, темы «Металлы» в 9 классе и темы «Химия растворов» в 11 классе [3]. Загрязнение подземных вод – острая экологическая проблема, влияющая на флору и экосистемы в целом. Поглощая загрязненные подземные воды, растения накапливают токсичные вещества, что приводит к угнетению и гибели.

Для привлечения внимания учащихся к экологическим проблемам, связанным с загрязнением почв, могут использоваться данные интернет-ресурсов комитетов природных ресурсов и охраны окружающей среды. С целью повышения экологической грамотности эти данные могут использоваться на уроках химии в 10 классе при изучении темы «Углеводороды»



и в 11 классе при изучении темы «Неметаллы» [3]. Наибольшую опасность представляет загрязнение верхнего плодородного слоя почвы. Проведение анализа почвы с приусадебного участка и сравнение полученного результата с допустимыми нормативами развивает у учащихся интерес к познавательной деятельности и вырабатывает способность к экологическому мышлению. Учащиеся, используя индикаторы, могут определить рН почвы, а метод выпаривания позволяет выявить содержащиеся в почве минеральные соли. Интенсивность этих данных свидетельствует о состоянии почвы. При ухудшающемся экологическом состоянии почв загрязняющие вещества попадают в корневую систему и накапливаются в тканях растений, снижая их устойчивость к болезням и неблагоприятным условиям.

В условиях стремительной урбанизации остро стоит проблема загрязнения атмосферного воздуха выбросами промышленных предприятий и транспортных средств. Данные о содержании вредных веществ, которые могут применяться на уроках химии в 7 классе при изучении темы «Кислород», в 9 и 11 классах при изучении темы «Неметаллы», публикуются на интернет-ресурсах Республиканского центра по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды [3].

Экологическое образование на уроках химии более продуктивно при интегрировании в процесс обучения таких наук, как биология, география, социология. Это позволяет учащимся более широко взглянуть на экологические проблемы и найти комплексные решения, что приведет к формированию экологически грамотного общества.

**Заключение.** Экологическое образование играет важную роль в формировании современного общества и развитии экономики. Уроки химии являются наиболее подходящей площадкой для обсуждения проблем, касающихся загрязнения окружающей среды. На таких занятиях учащиеся знакомятся с методами мониторинга загрязнений и способами уменьшения их негативного воздействия на здоровье человека, флору и фауну.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Моисеев, Н. Н. Экологическое образование и экологизация образования / Н. Н. Моисеев // Экология и жизнь. – 2010. – № 8. – С. 4–7.
2. Рязанова, А. С. Фотометрические методы анализа. Методические указания к лабораторным работам : метод. указания / А. С. Рязанова. – Казань : Казан. нац. иссл. технол. ун-т, 2020. – 23 с.
3. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь : [сайт]. – Минск, 2003–2024. – URL: <http://www.pravo.by> (дата обращения: 20.10.2024).

[К содержанию](#)

**К. А. ЖДАНОВА**

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

Научный руководитель – О. Е. Кремлёва, канд. с.-х. наук, доцент

## **ШУМОВАЯ НАГРУЗКА ОТ АВТОМОБИЛЕЙ НА ДОРОГАХ КРУПНЫХ ГОРОДОВ**

**Актуальность.** В качестве одного из основных факторов негативного влияния на окружающую среду рассматривают шум автомобильного транспорта. ВОЗ признает шум как серьезную и широко распространенную опасность для человека. Шум оказывает негативное воздействие на нервную и сердечно-сосудистую системы. С целью минимизирования влияния автомобильного шума необходимо понимать природу возникновения шума автомобильного потока, как происходит распространение шума и какие методы снижения уровня шума существуют [1]. Звуки дорожного движения негативно влияют не только на человека, но и на *дикую природу*. К примеру, они подавляют иммунную систему лягушек, снижают способность птиц общаться друг с другом и вовремя обнаруживать хищников. Последним тоже приходится непросто: летучие мыши и совы хуже слышат звуки добычи и тратят на охоту больше времени и ресурсов [4].

**Цель работы** – экологическая оценка шумовой нагрузки от городского транспортно-дорожного комплекса на окружающую среду и человека в г. Гродно.

**Материалы и методы.** Гродно является крупным транспортным узлом, расположенным на перекрестке путей, соединяющих Запад и Восток. В городе расположен железнодорожный вокзал, который ежедневно обслуживает до 30 пар поездов (в том числе международного, внутриреспубликанского и пригородного сообщения) и до 10 тыс. человек.

Измерение уровня шума проводилось в Ленинском районе г. Гродно в пяти точках при помощи шумомера-анализатора ОКТАВА-111. Метод основан на улавливании колебаний звуков. Точки на улицах Ожешко, Белуша и БЛК были выбраны как точки с наиболее интенсивным дорожным движением. Проезжая часть микрорайона Грандичи выбрана как относительно чистая зона. Измерения на ул. Магистральной проводились за шумозащитным экраном и до него для сравнения измерений и определения уровня эффективности работы экрана. Измерения проводились четыре раза в сутки в течение часа, шумомер был расположен в метре от проезжей части. Во время измерения были учтены: зеленые насаждения поблизости, здания и их высота, наиболее частый вид транспорта, качество дороги и количество

полос. Погодные условия были выбраны относительно одинаковые (сухая, безветренная погода).

**Результаты исследования.** Результаты измерения шумовой нагрузки представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты измерения уровня шумовой нагрузки (дБА)

Временной промежуток	Ул. Ожешко	БЛК	Ул. Белуша	Микрорайон Грандичи	Ул. Магистральная
8:00–9:00	71,6	77,8	75,2	64,3	71,4
14:00–15:00	72,1	76,7	77,4	66,6	72,6
17:00–18:00	77,8	82,5	81,7	68,2	76,1
22:00–23:00	72,4	81,0	76,1	59,9	69,5

Шумозащитный экран на ул. Магистральной шумопоглощающего типа представлен деревянным забором со вставками из оргстекла, протяженность 50 метров, высота 3,5 метра. Экран расположен в трех метрах от проезжей части, отделяя жилые дома от трассы. Уровень шумовой нагрузки снижен в среднем на 12,6 дБА. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнение уровня шума до шумозащитного экрана и за ним (дБА)

Временной промежуток	Ул. Магистральная до экрана	Ул. Магистральная за экраном
8:00–9:00	71,4	59,7
13:00–14:00	72,6	59,3
17:00–18:00	76,0	64,5
22:00–23:00	69,5	55,3

По результатам измерения можно сделать вывод, что шумозащитный экран значительно снижает уровень шумовой нагрузки и обеспечивает комфортные условия для жизни в придорожных частных домах.

Данные, полученные в исследовании, мы сравнили с нормами, указанными в СанПиН 1.2.3685-21 и ГОСТ 19358-85, согласно которым уровень внешнего шума от автомобиля не должен превышать 74 дБА, а предельный уровень не должен превышать 80 дБА [2]. В норме же уровень шума, не приводящий к ухудшению состояния человека и не приносящий дискомфорта, должен составлять 60 дБА и ниже [3]. Результаты анализа данных говорят о высоком уровне шумового загрязнения от автомобильного транспорта в г. Гродно.

**Заключение.** Проанализировав данные, можно сделать вывод, что показатели превышают ПДК во всех точках, кроме микрорайона Грандичи,

который был выбран как относительно чистая зона, а шумовая нагрузка на ул. Ожешко практически соответствует нормам. Уровень шума за шумозащитным экраном полностью соответствует нормам. Самые высокие показатели наблюдаются на бульваре Ленинского Комсомола, где измерения производились на кольцевом перекрестке. Таким образом, средний уровень шума на большинстве точек составляет 76 и выше дБА, что превышает допустимые нормы, а прилегающие к выбранным точкам территории являются зоной акустического дискомфорта.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев, В. А. Шум автомобильного транспорта / В. А. Васильев, В. К. Ксенофонтова // Noise Theory and Practice. – 2020. – Т. 6, № 1. – С. 66–76.

2. Об утверждении Санитарных норм, правил и гигиенических нормативов шума на жилых территориях, в автомобилях и на территории жилой застройки : постановление М-ва здравоохранения Респ. Беларусь от 16 нояб. 2021 г. № 115 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2021. – № 8. – 2/24521.

3. Об утверждении Правил пользования жилыми помещениями, содержания жилых и вспомогательных помещений : постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 21 мая 2013 г. № 399 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – 28.05.2013. – 5/37305.

4. Сарчук, Е. В. Шумовое загрязнение как патогенный фактор для здоровья человека / Е. В. Сарчук // StudNet. – 2020. – Т. 3, № 4. – С. 332–340.

[К содержанию](#)

УДК 581.8

**Е. Ю. ЖИЛИНСКАЯ**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

#### **К АНАТОМИИ СТЕБЛЯ *CICER ARIETINUM* L.**

**Актуальность.** Как отмечает белорусский геоботаник И. М. Степанович, под влиянием масштабного осушения территории и на фоне глобального потепления наблюдается активизация теплолюбивых и засухоустойчивых растений. Бореальные виды и аркто-бореальные отступают на север, а представители флоры степей и субтропиков проникают в экосистемы территории Беларуси [1]. Усиление засушливости климата на юге Беларуси, с одной стороны, сопровождается снижением продуктивности аборигенной

растительности, не приспособленной к новым климатическим условиям, с другой – распространением новых видов растений степной и лесостепной зон различных жизненных форм [2]. Этот процесс открывает возможность вовлечения в агроэкосистемы новых хозяйственно ценных культур с аридных территорий.

Распространение в природных сообществах либо в культуре новых видов определяет необходимость их всестороннего изучения, в том числе и внутренней структуры, что может иметь ценность для диагностики и экспертизы растительного сырья.

**Целью** исследования явилось установление анатомии стебля перспективной для возделывания в Беларуси культуры *Cicer arietinum* L.

**Материалы и методы.** *Cicer arietinum* L. (*Fabaceae* Lindl.) – перспективная для включения в севооборот в Беларуси зернобобовая культура. На сегодняшний день отсутствуют районированные для Беларуси сорта культуры. Приоритетными критериями подбора сортов *Cicer arietinum* являются скороспелость и устойчивость к заболеваниям [3].

Растение однолетнее с хорошо развитой корневой системой, формирующей большое количество клубеньков с азотфиксирующими бактериями. Стебли прямостоячие, ветвистые, не склонные к полеганию, в высоту от 25 до 60 см. Листья перисто-сложные с эллиптическими листочками. Самоопыление, свойственное растению, также способствует его культивированию. Формирует бобы с 1–3 семенами [4].

Для исследования использовали растения, выращенные в условиях юго-запада Беларуси из семенного материала пищевого назначения, произведенного в Ростовской области Российской Федерации (фото, а).



а



б

Фото – *Cicer arietinum*:

а – внешний вид растения; б – поперечный разрез стебля

Образцы стеблей фиксировали после наступления фазы плодоношения в 96 %-м спирте. Из образцов стеблей изготавливали срезы и микропрепараты с использованием метода дифференцированной окраски [5].

**Результаты исследования.** Стебель *Cicer arietinum* L. (фото, б) формируется на основе зустели и в результате активной деятельности камбия в пучковой и межпучковой области приобретает форму сплошного проводящего цилиндра, что характерно двудольным покрытосеменным. В течение вегетационного сезона камбий формирует довольно большой объем ксилемы, тогда как прирост флоэмы невелик и составляет до 1/6–1/7 от объема коры.

В центре проводящего цилиндра располагается паренхима сердцевины, выполненная гомогенными округлыми в поперечном сечении клетками без содержимого.

В зоне прилегания ксилемы к сердцевине хорошо различима первичная ксилема пучкового происхождения. Во внутренней зоне вторичной ксилемы более обильное содержание сосудов, чем в периферической. Кроме того, сосуды внутренней зоны имеют больший диаметр. Сосуды периферической части ксилемы распределены вдоль лучей. Такая дифференциация обусловлена приспособлением растения к засушливому периоду, наступающему во второй половине вегетационного сезона, и обуславливает засухоустойчивость вида.

Первичная флоэма не различима. Во вторичной флоэме преобладают ситовидные трубки. Лучевая паренхима четко выражена в ксилеме и проводящей зоне флоэмы и представлена двурядными лучами.

Флоэму окружает прерывистое кольцо первичных механических элементов, состоящее из овально-дуговидных групп, вытянутых по окружности стебля. В паренхиме, окружающей группы волокон, единично обнаруживаются ромбоидные кристаллы оксалата кальция.

Снаружи от механического кольца располагается 4–5 слоев ассимиляционной паренхимы, состоящей из овальных клеток, ориентированных по окружности стебля. Указанная ткань сохраняет свою функцию до периода созревания семян. Позже зеленые стебли растения теряют окраску, в клетках разрушаются хлорофилл, клетки обесцвечиваются и отмирают.

Эпидерма однослойная, образована овальными в поперечном сечении клетками, ориентированными по окружности стебля. Радиальные и наружная тангентальная стенки несколько утолщены. В эпидерме обнаруживаются малочисленные трихомы. Трихомы достигают в длину 1200–1300 мкм. По структуре трихомы одноклеточные, булавовидно вздутые на вершукше.

**Заключение.** Таким образом, анатомическое строение *Cicer arietinum* имеет характерную топографию и состав тканей для двудольных трав с проводящей системой в виде цилиндра.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сцепановіч, І. М. Ксератэrmныя (астэпаваныя) лугавыя супольніцтвы Беларусі / І. М. Сцепановіч // Весці Акадэміі навук Беларусі. Серыя біялагічных навук. – 1997. – № 2. – С. 12–20.

2. Признаки аридизации климата и их экосистемные проявления на территории Беларуси / В. Ф. Логинов, С. А. Лысенко, В. С. Хомич [и др.] // Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2021. – № 85 (4). – С. 515–527. – DOI: 10.31857/S2587556621040063.

3. Нут (турецкий горох): новая культура в хозяйствах Беларуси. – URL: <https://dzen.ru/a/ZOXahn5PHnZkegPt> (дата обращения: 28.10.2024).

4. Как правильно выращивать нут? – URL: <https://ferma.expert/raseniya/kultury/goroh/vyraschivanie-nuta> (дата обращения: 28.10.2024).

5. Еремин, В. М. Выпускные квалификационные работы по структурной и экологической анатомии растений : метод. рекомендации к выполнению ВКР / В. М. Еремин, Н. В. Шкуратова. – Южно-Сахалинск, 2008. – 32 с.

[К содержанию](#)

УДК 631.427+504.53.062.4+665.6

**Д. А. ЖУКОВИЧ, В. С. КРУПКО**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

### **ВЛИЯНИЕ ДВУХ ПРЕПАРАТОВ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА КАТАЛАЗНУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ, ЗАГРЯЗНЕННОЙ ДИЗЕЛЬНЫМ ТОПЛИВОМ**

**Актуальность.** Загрязнение почв нефтью и нефтепродуктами является серьезной экологической проблемой. Нефтяное загрязнение препятствует поступлению кислорода в почву, оказывает непосредственное токсическое воздействие на пул почвенных микроорганизмов, а также нарушает процессы их обмена веществ [1]. В то же время активность почвенных ферментов является чутким индикатором уровня загрязнения почв. Уровень активности окислительно-восстановительных ферментов – один из критериев способности почвы самоочищаться от нефтяных углеводородов [2].

В последнее время большое внимание уделяется разработке способов биологической рекультивации. Одним из возможных путей снижения токсического действия нефтяного загрязнения на почву может выступать применение почвенных добавок [3; 4], в том числе и на основе биологически



активных веществ различной природы. К таким мелиорантам относится, например, «народный» препарат на основе гуминовых веществ «Оксидат торфа», который хорошо зарекомендовал себя как эффективный почвоулучшитель. Универсальное применение имеет и стероидный препарат «Эпин-экстра». Изучение влияния почвенных мелиорантов на показатели загрязненных почв способствует расширению возможностей восстановления экосистем, пострадавших от антропогенного воздействия, что делает данное исследование актуальным и значимым для практической экологии и охраны окружающей среды.

**Целью** нашего исследования является изучение возможности применения биологически активных веществ в качестве почвенных добавок для реабилитации почв, загрязненных дизельным топливом, на примере их каталазной активности.

**Материалы и методы исследования.** Уровень каталитической активности почвы определялся по объему кислорода, выделяющегося в результате реакции расщепления перекиси водорода за 5 минут [5]. В качестве контроля была использована дерновая заболоченная почва связнопесчаного гранулометрического состава. Для загрязнения почвы дизельное топливо смешивали с почвой в пропорции 1 : 20. В качестве почвенных добавок применяли два вида биологически активных веществ (далее – БАВ): гуминовый препарат (4 %) «Оксидат торфа» (далее – ОТ) и стероидный препарат на основе 24-эпибрассинолида (0,025 г/л) «Эпин-экстра» (далее – ЭБ). Рабочие растворы препаратов готовили согласно прилагаемым инструкциям (60 мл / 10 л воды и 1 мл / 5 л воды). Концентрацию данных растворов БАВ принимали за исходную (1ОТ, 1ЭБ). Также использовали более высокую и сниженную концентрацию БАВ (1,5ОТ, 1,5ЭБ, 0,5ОТ, 0,5ЭБ). Почвенная навеска составляла 80 г воздушно-сухой почвы, к которой приливали 50 мл раствора БАВ соответствующей концентрации или воды в случае контрольного образца. Почвенные образцы компостировались в течение 30 дней. Во время экспозиции не допускали полного иссушения почвенных образцов и по мере необходимости осуществляли полив отстоянной водопроводной водой.

**Результаты исследования.** В результате проведения лабораторного опыта было выявлено, что наиболее высокой каталазной активностью обладала незагрязненная почва, где ее показатель за 5 минут составил 2,80 мл. Загрязнение почвы дизельным топливом способствовало существенному снижению объема выделившегося кислорода на 15,36 % – с 2,80 до 2,63 мл (рисунки).

Использование стероидного препарата в качестве почвенной добавки способствовало усилению токсического действия углеводорода на исследуемый параметр биологической активности почв.



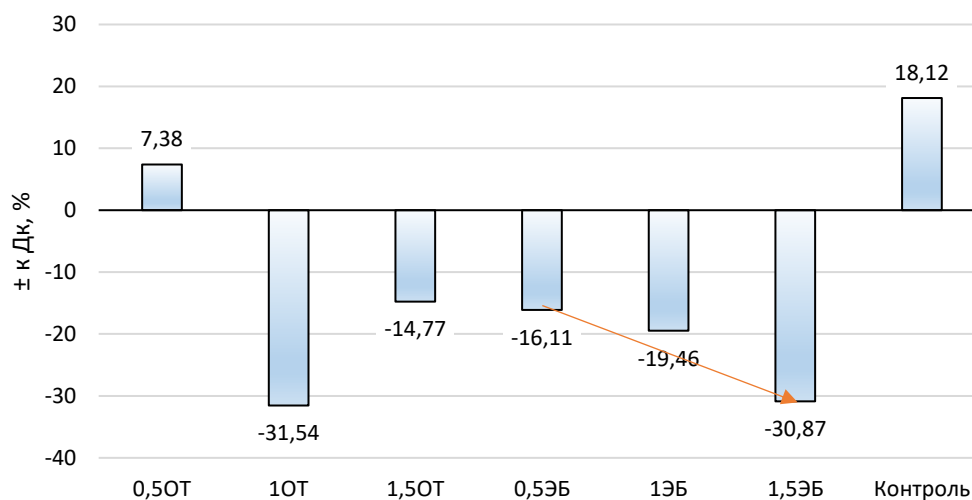


Рисунок – Каталазная активность почвы, загрязненной дизельным топливом, при использовании мелиорантов

Так, уже в минимальной концентрации стероидного препарата (0,5ЭБ) каталазная активность загрязненной почвы снижалась более чем на 16 % до 1,8 мм О<sub>2</sub>. Дальнейшее увеличение концентрации действующего вещества препарата «Эпин-экстра» (1ЭБ и 1,5ЭБ) приводило к еще более выраженному ингибированию активности каталазы – до 1,60 мл и 1,43 мл О<sub>2</sub> соответственно.

Действие гуминового препарата оказывало неоднозначное влияние на каталазную активность загрязненной почвы. Так, «Оксидат торфа» в наиболее низкой из применяемых доз (0,5ОТ) оказывал заметное ремедиационное воздействие. Так, активность каталазы в данном варианте в сравнении с вариантом загрязненной почвы без использования БАВ была выше на 7,38 %. При этом активность почвы при использовании исходной концентрации гуминового препарата была наименьшей среди всех вариантов опыта – 1,23 мл О<sub>2</sub>, что было ниже загрязненного контроля на 31,54 %. Дальнейшее повышение дозы гуминового препарата до 1,5ОТ также сопровождалось ингибированием исследуемой ферментативной активности загрязненной почвы – 14,77 % относительно варианта Дк загрязненного контроля.

**Выводы.** Загрязнение почвы дизельным топливом негативно влияет на ее каталазную активность. Гуминовый препарат оказывал ремедиационное влияние на загрязненную почву в дозе 0,5ОТ. Применение прочих исследованных доз гуминового препарата, а также исследованных доз стероидного препарата в качестве почвенных добавок при загрязнении почв дизельным топливом является нецелесообразным.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Киреева, Н. А. Биологическая активность нефтезагрязненных почв / Н. А. Киреева, В. В. Водопьянов, А. М. Мифтахова. – Уфа : Гилем, 2001. – 356 с.
2. Исмаилов, Н. М. Микробиология и ферментативная активность нефтезагрязненных почв / Н. М. Исмаилов // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем : сб. науч. тр. / АН СССР, Науч. совет по проблемам биосферы ; отв. ред. М. А. Глазовская. – М. : Наука, 1988. – С. 42–57.
3. Леднев, А. В. Влияние нефтяного загрязнения и мелиоративных добавок на агрохимические свойства аллювиальных торфяных почв / А. В. Леднев, И. А. Скворцова // Агрохимический вестник. – 2017. – № 3. – С. 49–54.
4. Эффективность мелиорантов на основе активированного торфа для восстановления нефтезагрязненных почв / Т. П. Алексеева, Т. И. Бурмистрова, Л. Д. Стахина, Н. Н. Терещенко // Вестник Томского государственного университета. Серия: Биология. – 2013. – № 2 (22). – С. 43–51.
5. Методы почвенной микробиологии и биохимии / под ред. Д. Г. Звягинцева. – М. : Изд-во МГУ, 1991. – 304 с.

### [К содержанию](#)

УДК 349.6.001.891.3

**М. А. ЖУКОВИЧ**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

### **ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ В УЧРЕЖДЕНИЯХ ОБЩЕГО СРЕДНЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**Актуальность.** Экологическое образование обусловлено глобальными экологическими проблемами, которые характеризуются невозможностью решения без сформированного экологического сознания и ответственности человека. Большую роль в формировании и дальнейшем развитии экологического сознания занимает внеклассная, внеурочная и научно-исследовательская деятельность. К таким формам работы с учащимися можно отнести экологические игры, основанные на глобальных проблемах Земли, экскурсии на предприятия и в музеи, участие в олимпиадах и проведение школьного экологического мониторинга.

Экологическое образование требует непрерывности и представляет собой взаимосвязанный процесс обучения, воспитания и развития учащихся в учреждениях общего среднего образования и дальнейшего получения теоретических знаний и практических умений [1].

**Целью исследования** является разработка методики организации научно-исследовательской деятельности учащихся в учреждениях общего среднего образования.

**Материалы и методы исследования** – анализ научно-методической литературы, сравнение материалов исследования.

**Результаты исследования.** В современном мире загрязнение питьевой воды носит катастрофический характер. Среди негативного воздействия на организм человека выделяют повышенный риск развития сердечно-сосудистых заболеваний, нарушение обмена веществ, поражения эндокринной системы. Для обеспечения разностороннего получения знаний в учреждениях общего среднего образования для учащихся, заинтересованных в получении более глубоких знаний по теме, организовывается научно-исследовательская деятельность.

Научно-исследовательская деятельность представляет собой самостоятельное проведение учащимися исследования, направленное на всестороннее изучение объекта, его структуры и связей, а также получение и внедрение в практику результатов. Исследовательская деятельность учащихся в целом – это деятельность учащихся под руководством учителя, предполагающая решение конкретных исследовательских задач с заранее неизвестным результатом [2].

Научно-исследовательская деятельность учащихся по изучению жесткости питьевой воды проводится в 11 классе по учебному предмету «Химия». Для организации научно-исследовательской деятельности учащегося следует замотивировать к работе, объяснить суть работы основываясь на индивидуальном плане выполнения научно-исследовательской работы.

Тема научно-исследовательской деятельности – «Жесткость питьевой воды, пути понижения жесткости».

Актуальность данной научно-исследовательской деятельности. Вода является важным ресурсом, и качество воды напрямую влияет на экосистемы и здоровье населения. Вода с высокой жесткостью негативно влияет на работу трубопроводов и отопительных котлов, что приводит к экономическим затратам. Проведение исследования жесткости питьевой воды способствует развитию у школьника научного мышления, проведение химических экспериментов способствует накоплению практических умений.

Цель исследования – изучить жесткость питьевой воды и пути понижения жесткости воды в домашних условиях.

Материалами исследования являются изучение научной литературы, питьевая вода из нескольких населенных пунктов, метод исследования – комплексонометрический метод титрования.

Предполагаемые результаты научно-исследовательской работы:

1. Определение жесткости питьевой воды, содержания в ней ионов кальция ( $\text{Ca}^{2+}$ ) и магния ( $\text{Mg}^{2+}$ ).

2. Проведение химического эксперимента по определению жесткости питьевой воды путем комплексонометрического метода титрования.

3. Выступление учащегося на научно-практической конференции школьников, представление результатов работы.

По окончании химического эксперимента учащиеся оформляют результаты исследований в диаграмму. На рисунке представлен пример возможного оформления экспериментальных данных.

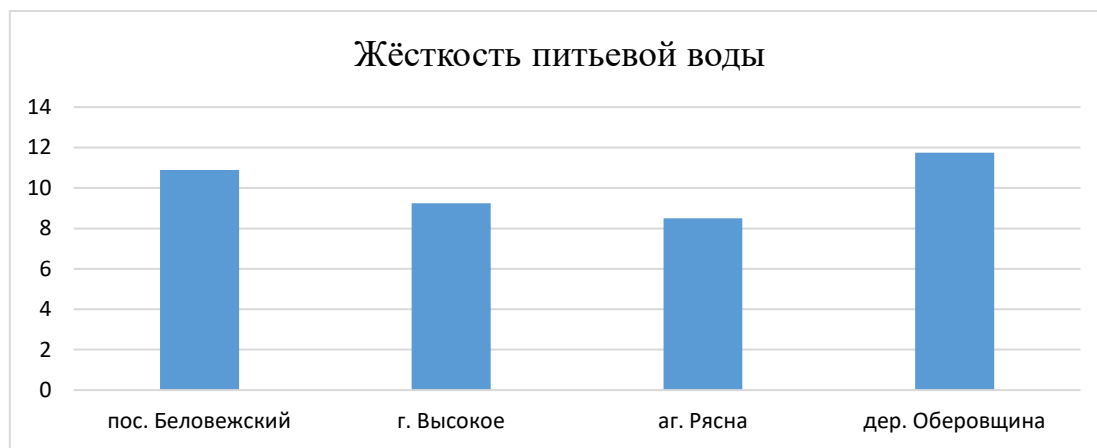


Рисунок – Результаты химического эксперимента по определению жесткости питьевой воды некоторых населенных пунктов

Результатом научно-исследовательской работы по химии с использованием химического эксперимента по определению жесткости питьевой воды является презентация работы на научной конференции школьников, посвященной экологическому образованию.

**Выводы.** 1. Экологическое образование учащихся на уроках химии является важной составляющей.

2. Организация научно-исследовательской работы позволяет учащимся углубить свои знания по определенной теме.

3. Проведение химического эксперимента и анализ полученных данных способствуют развитию мышления и накоплению практических навыков учащихся.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ситак, Л. А. Формирование экологической культуры студентов педагогических вузов средствами внеклассной работы / Л. А. Ситак // Крымский научный вестник. – 2015. – № 4, т. 2 : Педагогические науки. – С. 242–248. – URL: <http://krvestnik.ru/pub/2015/09/SitakLA1.pdf>.

2. Борисевич, И. С. Химия. 7–11 классы: организация исследовательской деятельности учащихся : пособие для учителей учреждений общ. сред. образования с рус. яз. обучения / И. С. Борисевич, Е. Я. Аршанский, А. А. Белохвостов ; под ред. Е. Я. Аршанского. – Минск : Аверсэв, 2020. – 142 с.

### [К содержанию](#)

УДК [63:54]:631.472.71(476.5)

**Е. А. ЗАРЕЦКИЙ**

Горки, БГСХА

Научный руководитель – Е. Ф. Валейша, канд. с.-х. наук, доцент

### **МОНИТОРИНГ АГРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ ОАО «НУРОВО» ВЕРХНЕДВИНСКОГО РАЙОНА**

**Актуальность.** Важную роль в системе мероприятий по рациональному природопользованию занимает мониторинг земель, который представляет собой систему постоянных наблюдений за их состоянием и изменением под влиянием природных и антропогенных факторов. Информация, получаемая по результатам наблюдений, необходима для своевременного выявления, оценки и прогнозирования изменений, определения эффективности мероприятий, направленных на сохранение и воспроизводство плодородия почв в целях оптимизации землепользования. Важной составляющей общего мониторинга земель является агропочвенный мониторинг, характеризующий изменения качественного состояния почвенного покрова земельного фонда республики в результате сельскохозяйственной деятельности. Наибольший практический интерес представляют показатели, систематически определяемые агрохимической службой на каждом поле и контуре интенсивно используемых земель один раз в четыре года: степень кислотности ( $pH_{КС1}$ ), содержание гумуса, обменного магния, подвижных форм фосфора, калия и микроэлементов [1–3].

**Цель работы** – проведение мониторинга агрохимических показателей пахотных земель ОАО «Нурово» Верхнедвинского района.

**Материалы и методика исследований.** Мониторинг агрохимических показателей пахотных земель хозяйства проводился за период между XIII (2016 г.) и XIV (2020 г.) турами обследования.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Общая площадь землепользования ОАО «Нурово» Верхнедвинского района составляет 5126 га, в том числе сельскохозяйственные угодья составляют 4022 га, из них пахотные земли – 3032 га. Структура посевных площадей позволяет оценить качественный состав сельскохозяйственных культур и во многом характеризует производственное направление не только растениеводства, но и хозяйства в целом. В структуре посевных площадей зерновые и зернобобовые составляют 1530 га, технические культуры – 339 га, кормовые – 975 га.

Почвообразующие породы территории ОАО «Нурово» представлены преимущественно озерно-ледниковыми отложениями различного гранулометрического состава с преобладанием рыхлых и связных супесей, а в прибрежной зоне р. Западная Двина – древнеаллювиальными отложениями. Как правило, почвы, образованные на этих породах, имеют двух- или трехчленное строение. Торфяно-болотные почвы хозяйства в основном сформированы на осоковых и осоко-древесных торфах.

В результате почвенного обследования выделено семь типов почв, объединяющих 101 почвенную разновидность. По генетическому типу почвы распределены следующим образом: дерново-подзолистые автоморфные занимают 402,6 га, дерново-подзолистые заболоченные – 3935,3 га, дерновые заболоченные – 26,5 га, аллювиальные дерновые заболоченные – 21,8 га, торфяно-болотные низинные – 69,3 га, торфяно-болотные верховые – 5,56 га, антропогенно-преобразованные – 135,4 га.

По гранулометрическому составу почвы хозяйства распределились следующим образом: легкосуглинистые почвы занимают 185,61 га, связно-супесчаные – 1112,30 га, рыхлосупесчаные – 2287,08 га, связнопесчаные – 889,51 га, рыхлопесчаные – 8,47 га, торфяно-болотные почвы занимают 113 га (вместе с торфяно-минеральными почвами).

По степени увлажнения: автоморфные почвы занимают 8,6, слабоглееватые (временно избыточно увлажненные) – 46 %, глееватые – 33,9 % и глеевые – 4,5 %.

По результатам агрохимического обследования почв XIII тура установлено, что площадь почв с содержанием подвижного калия менее 80 мг/кг (I группа) составила 6,5 %. Площадь почв с содержанием подвижного калия 81–140 мг/кг (II группа) – 35,3 %. Площадь почв с содержанием подвижного калия 141–200 мг/кг (III группа) составляет 25 %, а с содержанием 201–300 мг/кг (IV группа) – 17,7 %. Почвы с высоким содержанием калия составляли 8,5 %. Площадь почв с очень высоким содержанием калия – более 400 мг/кг – составила 7 % га. Средневзвешенное

содержание  $K_2O$  составило 189 мг/кг почвы. К XIV туру обследования площадь почв с содержанием калия менее 80 мг/кг увеличилась и составила 17,8 %. Площадь почв с содержанием калия 81–140 мг/кг увеличилась на 300 га и составила 46,9 %. Почвы с содержанием калия 141–200 мг/кг уменьшились на 252 га и составили 16,2 %. Наблюдается уменьшение площадей почв с повышенным содержанием калия на 136 га (до 4,6 %) и уменьшением с высоким содержанием на 143 га (до 5 %) соответственно. Площадь почв с содержанием калия более 400 мг/кг почвы уменьшилась на 125 га и составила 2,5 %. Средневзвешенное содержание  $K_2O$  между турами обследования уменьшилось на 45 мг/кг и составило 144 мг/кг почвы [4; 5].

По результатам агрохимического обследования почв XIII тура установлено, что в XIII туре площадь почв с содержанием гумуса 1,01–1,5 % составляет 4,9 %. Площадь почв с содержанием гумуса 1,51–2,0 % составляет 47,5 %, с содержанием 2,01–2,5 почвы составляет 31,3 %. Почвы с высоким содержанием гумуса составляли 8,2 %. Площадь почв с очень высоким содержанием гумуса более 3,00 составила 8,1 % га. Средневзвешенное содержание гумуса составило 2,08 %. В XIV туре обследования площадь почв с содержанием гумуса менее 1,01–1,5 составила 11,5 %. Почвы с содержанием гумуса 1,51–2,0 уменьшились на 143 га и составили 43,3 %. Площадь почв с содержанием гумуса более 2,51–3,00 увеличилось на 60 га и составила 10,6 %. Средневзвешенное содержание гумуса между турами обследования уменьшилось на 0,07 и составило 2,01 %.

По результатам агрохимического обследования почв XIII тура установлено, что в XIII туре площадь почв с содержанием подвижного фосфора менее 60 мг/кг составила 3,8 %. Площадь почв с содержанием подвижного фосфора 61–100 мг/кг составила 371 га и 13,3 %. Площадь почв с повышенным содержанием подвижного фосфора 151–250 мг/кг составила 35,3 %. Площадь почв с очень высоким содержанием подвижного фосфора более 400 мг/кг составила 170 га и 6,1 %. Средневзвешенное значение  $P_2O_5$  составило 200 мг/кг. В XIV туре обследования площадь почв с низким содержанием подвижного фосфора 61–100 мг/кг составила 333 га и 12,2 %. Площадь со средним содержанием подвижного фосфора 101–150 мг/кг составила 734 га и 26,8 %. Площадь с высоким содержанием подвижного фосфора 251–400 мг/кг составила 418 га и 15,3 %, что на 7,7 % меньше, чем в прошлом туре. Средневзвешенное значение  $P_2O_5$  между турами уменьшилось на 5 мг/кг и составило 195 мг/кг.

По результатам агрохимического обследования почв XIII тура установлено, что в XIII туре площадь почв по группам кислотности менее 4,50 составила 1,0 %. Площадь почв II группы 4,51–5,00 составила 4,7 %.

Площадь почв с группой, близкой к нейтральной степени кислотности 6,51–7,00, составила 19,7 %. Площадь почв слабощелочной группы кислотности более 7,00 составила 3,4 %. Средневзвешенное значение  $pH_{КС1}$  составило 6,08. В XIV туре обследования площадь почв с сильнокислой группой кислотности менее 4,50 составила 4 га и 0,1%. Площадь среднекислой группы кислотности 4,51–5,00 составила 55 га и 2,0 %. Площадь слабокислой группы 6,01–6,50 составила 943 га и 34,4 %. Площадь слабощелочной группы более 7,00 составила 43 га и 1,6 %. Таким образом, средневзвешенное значение между турами обследования не изменилось, осталось на прежнем уровне и составляет 6,08.

**Заключение.** Мониторинг агрохимических показателей пахотных земель ОАО «Нурово» выявил ряд изменений за период между двумя последними турами обследований: средневзвешенное значение содержания гумуса уменьшилось с 2,08 до 2,01 %; кислотность осталась на прежнем уровне 6,08 единицы pH; содержание подвижного фосфора уменьшилось с 200 до 195 мг/кг почвы; содержание подвижного калия так же уменьшилось с 198 до 144 мг/кг.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Оптимальные параметры плодородия почв / под ред. Т. Н. Кулаковской. – М. : Колос, 1984. – 271 с.
2. Кадастровая оценка земель сельскохозяйственных предприятий и крестьянских (фермерских) хозяйств / Г. И. Кузнецов, Г. М. Мороз, Н. И. Смеян [и др.]. – Минск, 2000. – 136 с.
3. Почвоведение / под ред. И. С. Кауричева. – 4-е изд. – М. : Агропромиздат, 1989. – 719 с.
4. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь (2013–2016 гг.) / под общ. ред. И. М. Богдевича. – Минск : Ин-т почвоведения и агрохимии, 2017. – 275 с.
5. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь (2017–2020 гг.) / под общ. ред. И. М. Богдевича. – Минск : Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2022. – 276 с.

[К содержанию](#)



УДК 634.73:633.88(476.7)

**А. В. ЗДАНОВИЧ**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – М. В. Левковская, старший преподаватель

## **РЕСУРСНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА *VACCINIUM MYRTILLUS* L. В ОКРЕСТНОСТЯХ АГ. ЛЕСНАЯ БАРАНОВИЧСКОГО РАЙОНА**

**Актуальность.** Черника обыкновенная (*Vaccinium myrtillus* L.) обладает высоким ресурсным потенциалом, обусловленным рядом биологических особенностей онтогенетического развития вегетативной фитомассы, однако наблюдается тенденция сокращения запасов растительного сырья данного вида под воздействием усиливающихся антропогенных факторов (вытаптывание, механическое повреждение кустов при сборе ягод и др.). В этой связи изучение эколого-фитоценотического статуса природных ценопопуляций *Vaccinium myrtillus*, оценка ее ресурсов, определение скорости восстановления растений после изъятия лекарственного сырья, а также степени антропогенного воздействия на состояние ценопопуляций черники являются важными задачами для исследователей-ресурсоведов [3].

**Цель** – определить урожайность и запасы лекарственного, пищевого сырья черники (*Vaccinium myrtillus* L.) в лесных фитоценозах окрестностей аг. Лесная Барановичского района.

**Материалы и методы.** В течение вегетационного сезона 2023 г. в сосновых насаждениях окрестностей аг. Лесная Барановичского района описаны восемь мест произрастания *Vaccinium myrtillus*. Для определения ресурсных параметров ценопопуляций черники в пределах пробных площадей были заложены 59 учетных площадок размером 1 × 1 м, 2 × 2 м.

Для оценки лекарственного сырья методом модельных экземпляров на учетных площадках подсчитывали число экземпляров *Vaccinium myrtillus* на единицу площади, среднюю массу сырья одного растения. При определении урожайности ягод, со всей пробной площади собирали средний образец ягод (1000 шт.), взвешивали их по 100 шт. в десятикратной повторности, определяя среднюю массу одной ягоды. Урожайность ягод вычисляли умножением среднего числа ягод на единице площади, подсчитывая их число на каждой учетной площадке, на среднюю массу одной ягоды. Рассчитывали биологический, эксплуатационный запасы лекарственного и пищевого сырья *Vaccinium myrtillus* по верхнему и нижнему пределам урожайности с учетом площади исследованных ценопопуляций [2].

**Результаты исследования.** Общая площадь обнаруженных восьми ценопопуляций *Vaccinium myrtillus* в средневозрастных чистых сосновых насаждениях (состав 10С) в окрестностях аг. Лесная составила 2885 м<sup>2</sup>. Детальные исследования ценопопуляций проводили в период цветения, плодоношения черники, жизненность растений – 3а, 3б. Средняя плотность растений *Vaccinium myrtillus* в пределах пробных площадей изменялась от  $23,23 \pm 1,25$  экз./м<sup>2</sup> до  $33,6 \pm 2,97$  экз./м<sup>2</sup>; средняя высота равна  $25,78 \pm 1,24$  см.

В лекарственных целях собирают плоды (*Myrtilli fructus*) и побеги с листьями (*Myrtilli folium*) черники [1].

В пределах первой пробной площади размером 143 м<sup>2</sup> для определения продукционных показателей *Vaccinium myrtillus* было заложено девять учетных площадок. Средняя фитомасса лекарственного сырья составила  $2,74 \pm 0,33$  г, средняя урожайность побегов с листьями –  $83,87 \pm 17,09$  г/м<sup>2</sup>, ягод –  $139,96 \pm 14,68$  кг/га. Масса пробы 100 ягод черники изменялась в пределах от 17,18 до 21,72 г, средняя масса –  $19,92 \pm 0,46$  г. Биологический запас лекарственного сырья побегов равен 17,6 кг, запас ягод – 2,42 кг; эксплуатационный запас составил 7,11 кг и 1,58 кг соответственно. Результаты расчета урожайности лекарственного и пищевого сырья на учетных площадках представлены на рисунках 1, 2, урожайности плодов исследованных ценопопуляций черники – на рисунке 3.

Масса надземной части модельных экземпляров растений *Vaccinium myrtillus* второй ценопопуляции размером 110 м<sup>2</sup> варьирует от 2,33 до 5,0 г и в среднем равна  $3,67 \pm 0,27$  г. Урожайность лекарственного сырья на десяти учетных площадках изменялась в довольно широких границах от 62,91 до 255 г/м<sup>2</sup>, средняя урожайность на пробной площади составила  $126,29 \pm 18,15$  г/м<sup>2</sup>.

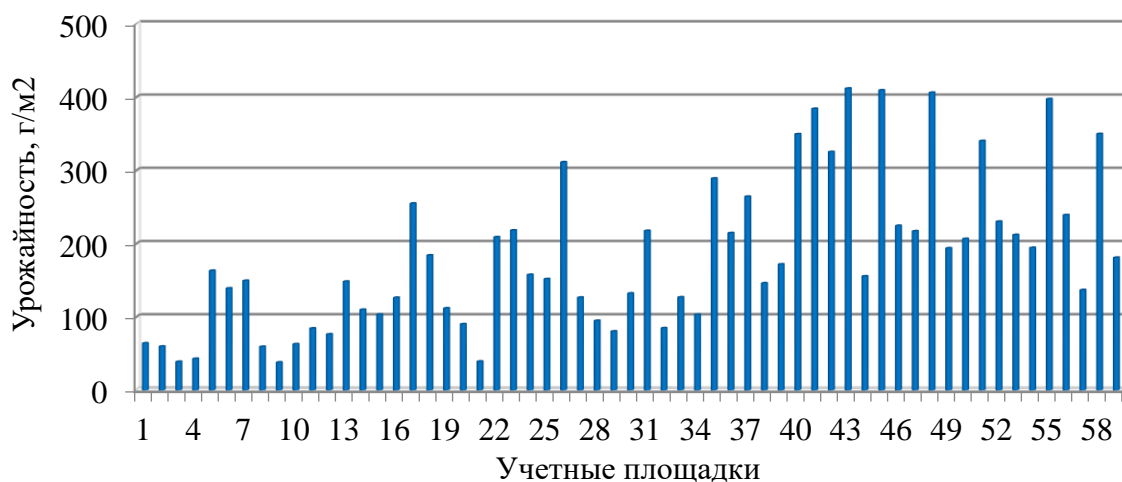


Рисунок 1 – Урожайность побегов черники на учетных площадках

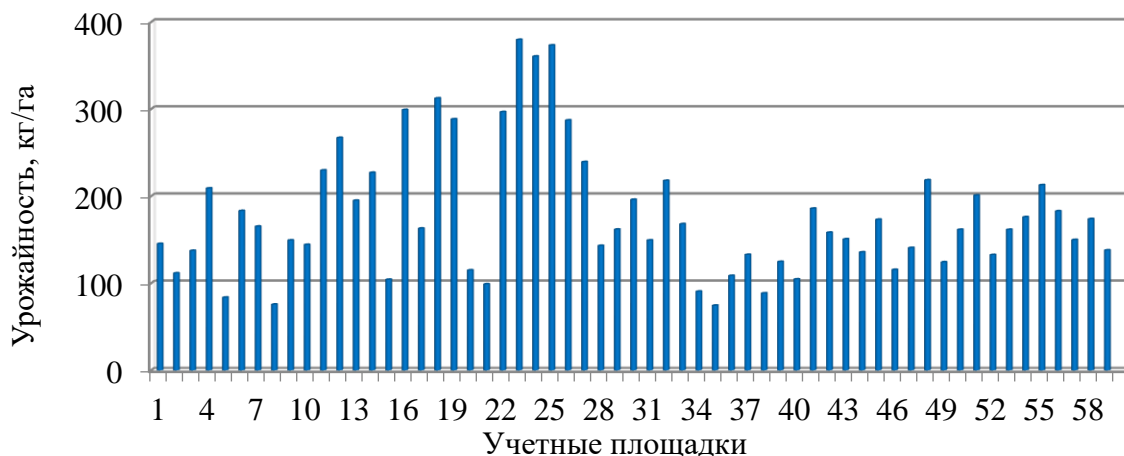


Рисунок 2 – Урожайность ягод черники на учетных площадках

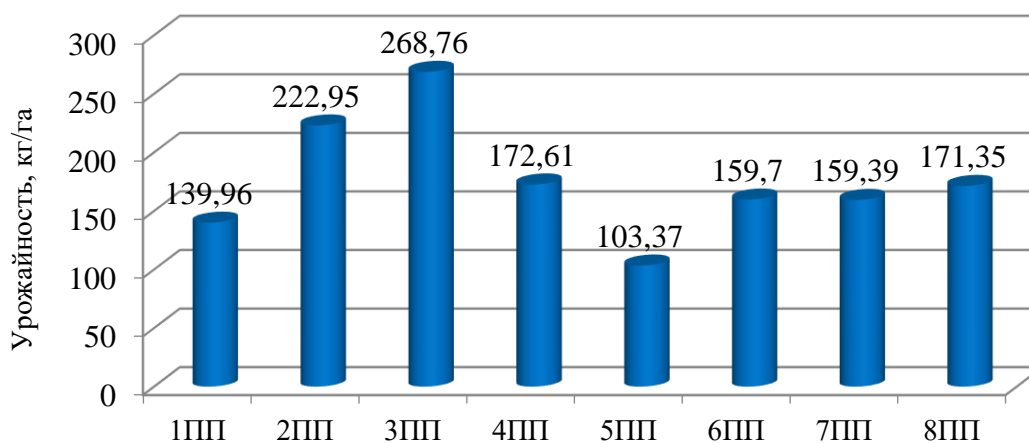


Рисунок 3 – Урожайность плодов ценопопуляций черники

Показатели массы пробы 100 ягод в десятикратной повторности превышали показатели, рассчитанные для первой ценопопуляции, варьировали от 20,28 до 32,02 г, средняя масса пробы –  $26,7 \pm 0,97$  г. Биологический запас лекарственного сырья – 17,88 кг, пищевого сырья – 2,94 кг.

На восьми учетных площадках третьей пробной площади масса модельных экземпляров *Vaccinium myrtillus* варьировала от 3,25 до 8,65 г, удельная сырьевая фитомасса изменялась в пределах от 39,22 до 218,24 г/м<sup>2</sup> и в среднем составила  $163,01 \pm 29,67$  г/м<sup>2</sup>. Масса одной ягоды варьировала от 0,29 до 0,35 г, урожайность ягод – от 98,89 до 379,61 кг/га. Биологический запас лекарственного сырья составил 24,01 кг, плодов черники – 3,75 кг.

Средняя масса лекарственного фитосырья на шести учетных площадках четвертой пробной площади (432 м<sup>2</sup>) составила  $5,21 \pm 0,69$  г, его урожайность –  $122,79 \pm 20,93$  г/м<sup>2</sup>. Урожайность ягод изменялась в пределах учетных площадок от 143,06 до 217,7 кг/га и в среднем равна  $172,61 \pm 11,74$  кг/га.

Средняя масса 100 ягод равна  $31,06 \pm 0,42$  г. Биологический запас лекарственного и пищевого сырья составил 71,13 кг и 8,47 кг, эксплуатационный запас – 34,96 кг и 6,44 кг соответственно.

Средняя масса надземной части растений *Vaccinium myrtillus* на семи учетных площадках пятой пробной площади варьирует от 5,04 до 9,45 г. Урожайность лекарственного сырья изменялась в широких пределах от 103,32 до 349,65 г/м<sup>2</sup>, урожайность плодов – от 74,37 до 132,66 кг/га. Средняя урожайность облиственных стеблей и плодов данной заросли составила  $219,88 \pm 32,72$  г/м<sup>2</sup> и  $103,37 \pm 7,82$  кг/га.

На шестой пробной площади средняя масса побегов –  $9,65 \pm 0,67$  г, пробы 100 ягод –  $25,12 \pm 0,67$  г. Средняя урожайность лекарственного сырья побегов и листьев составила  $316,86 \pm 36,54$  г/м<sup>2</sup>, ягод –  $159,7 \pm 11,41$  кг/га. Средняя масса ягоды равна  $0,25 \pm 0,01$  г. Биологический запас лекарственного и пищевого сырья составил 277,41 кг и 13,01 кг, эксплуатационный запас – 173,82 кг и 9,76 кг.

Масса побегов *Vaccinium myrtillus* отличалась незначительно на пробных площадях 7, 8 и составила  $7,52 \pm 0,69$  г и  $9,64 \pm 0,91$  г, урожайность растительного сырья равна  $229,65 \pm 22,82$  г/м<sup>2</sup> и  $260,91 \pm 49,43$  г/м<sup>2</sup>, урожайность ягод –  $159,39 \pm 11,49$  кг/га и  $171,35 \pm 13,11$  кг/га. Биологический запас плодов равен 8,21 кг и 7,05 кг, в то время как биологический запас свежесобранного фитосырья мало отличается и равен 123,88 кг и 128,44 кг.

**Заключение.** В сосняках мшистых в окрестностях аг. Лесная Барановичского района общий биологический запас свежесобранного лекарственного растительного сырья исследованных восьми ценопопуляций *Vaccinium myrtillus* общей площадью 2885 м<sup>2</sup> составил 823,55 кг, пищевого сырья – 52,6 кг; эксплуатационный запас равен 465,99 кг и 38,2 кг. Средняя урожайность побегов с листьями составила 190,41 г/м<sup>2</sup>, урожайность плодов – 174,77 кг/га.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственный кадастр растительного мира Республики Беларусь. Основы кадастра. Первичное обследование 2002–2017 гг. / О. М. Масловский, А. В. Левкович, И. П. Сысой [и др.]; науч. ред. А. В. Пугачевский. – Минск : Беларус. навука, 2019. – 599 с.
2. Методы изучения лесных сообществ / Е. Н. Андреева, И. Ю. Баккал, В. В. Горшков [и др]. – СПб. : НИИХимии СПбГУ, 2002. – 240 с.
3. Сысой, И. П. Эколого-фитоценотический и ресурсный анализ *Vaccinium myrtillus* L. на территории Белорусско-Валдайской провинции / И. П. Сысой // Ботаника (исследования) : сб. науч. тр. / Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси. – Минск : Колорград, 2017. – Вып. 46. – С. 138–151.

[К содержанию](#)

**А. В. КАЛЕНИКОВ**

Минск, БГПУ имени Максима Танка

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

**ВЛИЯНИЕ «ЭНЕРГЕНА АКВА» НА РОСТОВЫЕ  
ПРОЦЕССЫ МИКРОЗЕЛЕНИ АМАРАНТА ОВОЩНОГО**

**Актуальность.** Актуальность темы обусловлена специфическими особенностями растений микрозелени, имеющих повышенную концентрацию витаминов и других питательных нутриентов [1]. Поэтому увеличение производства различных видов микрозелени является важным фактором для людей, предпочитающих здоровый образ жизни. Однако для использования микрозелени очень важным показателем является дружность всходов и достаточно быстрый рост сеянцев. Существуют различные способы активизации ростовых процессов растений, повышающих их посевные качества. Однако к ним выдвигаются следующие требования: экологичность и экономичность, а также отсутствие негативного влияния на получаемое сырье.

В качестве объекта исследований был выбран амарант овощной (*Amarantus hypochondriacus* L.) – культура будущего. За исключительно ценные пищевые свойства эксперты ООН и ученые признали амарант перспективной культурой и включили в число растений, которые составят основную базу питания населения планеты в XXI в. [2]. Растения семейства Амарантовые (*Amaranthaceae*) входят в международную культуру благодаря высокому содержанию белка, сбалансированного по аминокислотному составу, масла, пектина, красящих пигментов, витаминов, антиоксидантов и других физиологически активных веществ, а также высокой биологической продуктивности. Амарант относится к числу лекарственных растений, издавна применяющихся в народной медицине и обладающих широким спектром вторичных метаболитов и веществ, проявляющих фармакологические свойства [3, с. 55–60].

**Цель** – оценить эффективность влияния различных концентраций «Энергена Аква» на посевные качества семян и ростовые процессы микрозелени амаранта овощной.

**Материалы и методы.** Для исследования семена амаранта овощного замачивались на 3 часа в растворах «Энергена» (далее – ЭН): ЭН I (15 капель/л), ЭН II (15 капель · 10<sup>-2</sup>/л), ЭН III (15 капель · 10<sup>-4</sup>/л). Контролем служили семена, замоченные в воде на 3 часа. Контрольные и опытные семена высаживались в рекомендованные условия – при естественном освещении в контейнерах. В качестве субстрата использовался универсальный грунт «bonaAGRO», состоящий из смеси верхового и низинного торфа.

Повторность опыта трехкратная. В ходе опыта оценивалось влияние ЭН на всхожесть и ростовые процессы корней и проростков микрозелени. Результаты обработаны статистически с помощью пакета программ Microsoft Excel.

**Результаты исследования.** В ходе исследований установлено, что примененные концентрации «Энергена» снижали всхожесть амаранта овощного относительно контрольных значений от 7 % (ЭН III) до 45 % (ЭН I) (рисунок 1).

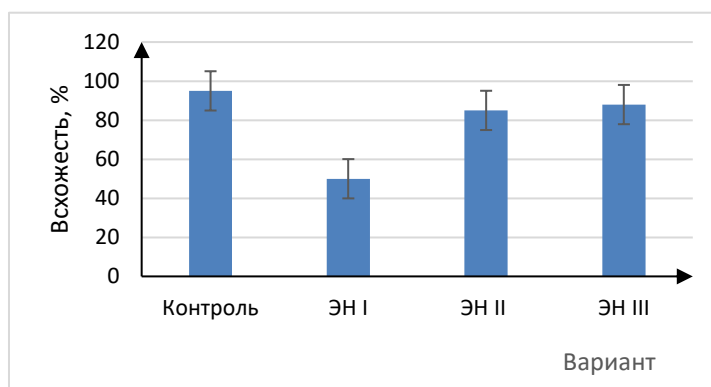


Рисунок 1 – Влияние «Энерген Аква» на посевные качества семян амаранта овощного

В ходе анализа влияния предпосевного воздействия «Энергена» на длину побегов амаранта овощного было установлено, что длины проростков увеличивалась у ЭН I на 4,9 %, ЭН II на 4,7 %, тогда как у ЭН III на 6,7 % длина проростков снижалась. Выявлено, что ЭН I повышал вес проростков амаранта овощного относительно контроля в 2,73 раза, а у вариантов ЭН II и ЭН III этот показатель снизился по сравнению с контрольными значениями на 20,0 % и 26,7 % соответственно (рисунок 2).

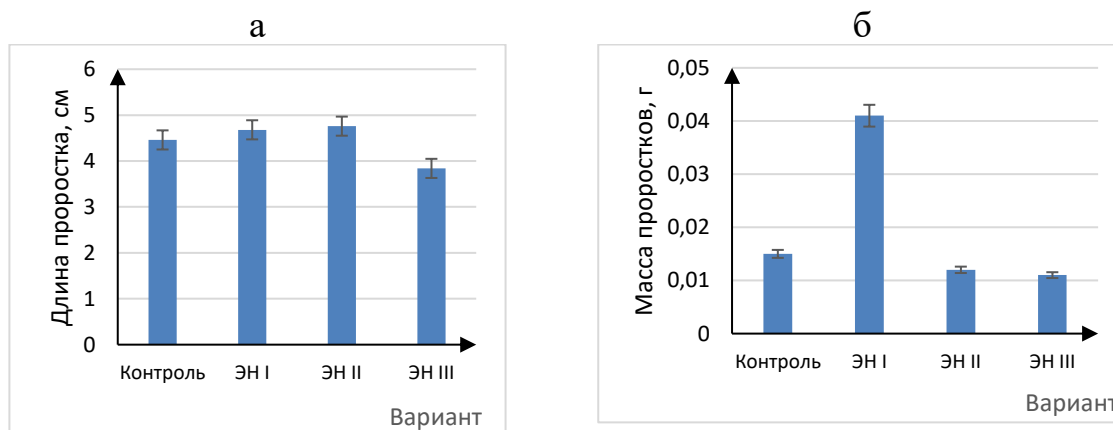


Рисунок 2 – Влияние «Энерген Аква» на длину (а) и массу (б) проростков амаранта овощного на 10-й день прорастания

Отмечено, что все выбранные концентрации «Энергена» увеличивали длину корней амаранта овощного относительно контроля на 71,9 %, 121,1 % и 152,6 % соответственно ЭН I, ЭН II и ЭН III (рисунок 3).

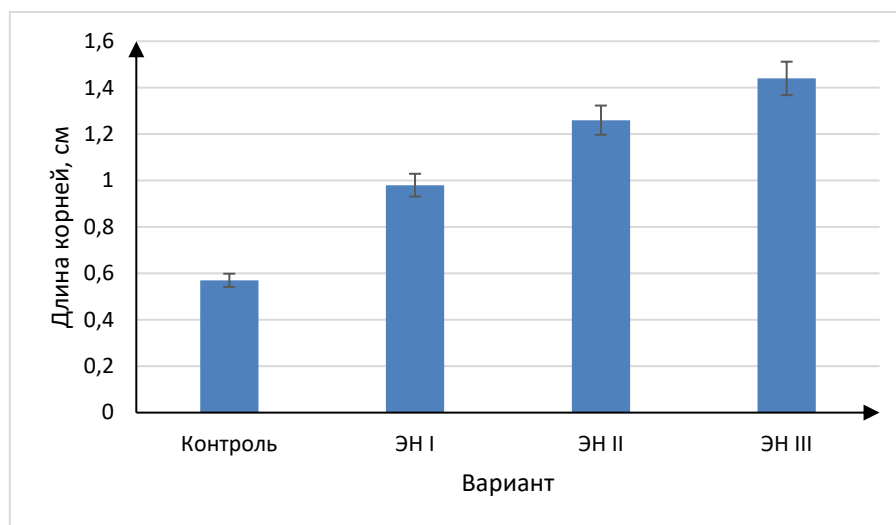


Рисунок 3 – Влияние «Энерген Аква» на длину корней амаранта овощного на 10-й день

**Заключение.** Таким образом, установлено, что примененные концентрации препарата «Энерген Аква» негативно влияли на всхожесть семян амаранта овощного. Однако концентрация ЭН I, рекомендованная производителем, оказала позитивный эффект на ростовые процессы микрозелени амаранта овощного. Исследования необходимо продолжить для поиска наиболее оптимальной концентрации данного препарата, повышающей и всхожесть, и интенсивность ростовых процессов данной культуры относительно контрольных значений.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Microgreens: A New Specialty Crop / D. Treadwell, R. Hochmuth, L. Landrum, W. Laughlin ; Eds ed. A. George. – North Florida, 2020. – P. 32–35.
2. Гиш, Р. А. Интенсивные технологии промышленного производства зеленых культур методом гидропоники : учеб. пособие / Р. А. Гиш. – Краснодар : КубГАУ, 2020. – 109 с.
3. Щедрин, Д. С. Амарант овощной – перспективное сырье для пищевой промышленности / Д. С. Щедрин, И. А. Попов, В. И. Манжесов // Технологии и товароведение сельскохозяйственной продукции. – 2018. – № 10. – С. 55–60.

[К содержанию](#)

**Д. А. КИСЛИЦЫН**

Минск, БГУ

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

## **ОЦЕНКА ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ВЕГЕТАЦИОННЫХ ИНДЕКСОВ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ЗЕМЕЛЬ**

**Актуальность.** Цифровая обработка космических снимков с использованием геоинформационных технологий позволяет в значительной степени автоматизировать процесс картографирования видов земель, что активно применяется при выявлении проблем природопользования. Использование вегетационных индексов, рассчитанных на основе различных спектральных каналов, для оценки состояния экосистем является перспективным направлением.

В работе канадских ученых [1, с. 1224] для получения информации о структуре и динамике земельного покрова в пределах г. Ванкувера использованы результаты автоматизированного дешифрирования космических снимков SPOT, NOAA и расчета вегетационных индексов. Изучение динамики индекса NDVI, полученного на основе космических снимков MODIS, для территории восточного Полесья за период 2000–2018 гг. и анализ антропогенных изменений ландшафтов на основе снимков Landsat-5 и Landsat-8 представлены в статье А. П. Гусева [2, с. 104].

**Цель** – геоинформационная оценка и анализ дифференциации вегетационных индексов NDVI и VARI для различных классов земельного покрытия Новогрудского района.

**Материалы и методы.** Общая площадь исследуемой территории, которая представлена Новогрудским районом Гродненской области, составляет 167 626 га. Для анализа вегетационных индексов выбраны два космических снимка Sentinel-2 с уровнем обработки L2A (даты съемки – 1 мая 2023 г. и 28 сентября 2023 г.). Индекс устойчивости к видимой атмосфере (VARI) основан на количественных значениях каналов Red, Green, Blue, что позволяет уменьшить влияние атмосферных явлений и разницы освещения, а также выделить растительный покров в видимой части спектра [3]. Индекс NDVI рассчитывается на основе спектральных каналов NIR и Red, что позволяет выполнить относительную оценку уровня вегетации растительного покрова. Расчет вегетационных индексов проведен в ArcGIS Pro на основе функции «Изображения – Индексы». Минимальное значение индекса NDVI, полученное на основе двух снимков Sentinel-2 (1 мая 2023 г. и 28 сентября 2023 г.), вычислено с помощью инструмента «Статистика»



в ArcGIS Pro. Использование инструмента «Зональная статистика в таблицу» в ArcMap необходимо для автоматизации расчетов минимальных, максимальных и средних значений по указанным индексам в рамках пяти видов земель, а также пяти классов земельного покрытия.

**Результаты исследования.** Пахотные земли имеют меньшие средние значения индекса NDVI, рассчитанного на основе снимка Sentinel-2 за 1 мая 2023 г., по сравнению с луговыми землями (0,351 и 0,400 соответственно). Однако данная разница не является существенной, поэтому использование минимальных значений NDVI, полученного на основе двух снимков за начало мая и конец сентября 2023 г., позволит с большей степенью точности дифференцировать пахотные и луговые земли. Лесные земли в начале мая характеризуются более низкими значениями индекса NDVI по сравнению с луговыми землями (в среднем 0,371 и 0,400 соответственно), что обусловлено более высокими темпами роста уровня вегетации для луговых экосистем в начале мая. Земли под древесно-кустарниковой растительностью (далее – ДКР) имеют более высокие значения индексов VARI и NDVI по сравнению с лесными землями, что связано с наличием участков сплошных рубок в пределах лесных земель. Индекс VARI имеет отрицательные значения для участков, не покрытых растительностью, поэтому пахотные земли имеют наименьшие значения среди пяти видов земель. Земли под болотами имеют более низкие значения индекса VARI и минимального NDVI, полученного на основе двух снимков, чем лесные, из-за наличия участков открытых или затопленных болот (таблица 1).

Таблица 1 – Дифференциация индексов для различных видов земель

Индексы		Виды земель				
		Пахотные	Луговые	Лесные	Под болотами	Под ДКР
NDVI (минимальный на основе двух снимков)	min	-0,157	-0,045	-0,082	-0,054	-0,096
	max	0,692	0,683	0,642	0,657	0,665
	mean	0,267	0,351	0,370	0,322	0,387
NDVI (01.05.2023)	min	-0,050	0,007	0,019	-0,004	0,009
	max	0,695	0,692	0,682	0,685	0,677
	mean	0,351	0,400	0,371	0,375	0,413
VARI (01.05.2023)	min	-0,851	-0,481	-0,237	-0,203	-0,467
	max	0,406	0,311	0,342	0,309	0,399
	mean	-0,005	0,012	0,058	0,026	0,067

Лесные вырубки выделяются более низкими значениями индексов NDVI и VARI по сравнению с другими классами земельного покрытия, что позволяет использовать индексные изображения для картографирования экологических проблем природопользования. Луговые земли

на аллювиальных почвах имеют более высокие значения вегетационных индексов по сравнению с тем же видом земель на гидроморфных почвах (таблица 2).

Таблица 2 – Дифференциация индексов, рассчитанных на основе снимка Sentinel-2 за 1 мая 2023 г., для различных классов земельного покрытия

Индексы		Классы земельного покрытия				
		Луговые земли на аллювиальных почвах	Луговые земли на гидроморфных почвах	Лесные вырубки	Лесные земли на автоморфных и полугидроморфных почвах	Лесные земли на гидроморфных почвах
NDVI	min	0,067	0,109	0,047	0,209	0,204
	max	0,635	0,577	0,515	0,554	0,586
	mean	0,372	0,343	0,259	0,369	0,418
VARI	min	-0,169	-0,177	-0,211	-0,094	-0,044
	max	0,191	0,179	0,137	0,188	0,255
	mean	0,002	-0,022	-0,067	0,054	0,111

Более высокие значения индекса NDVI в начале мая характерны для лесных земель на гидроморфных почвах по сравнению с автоморфными и полугидроморфными почвами (0,418 и 0,369 соответственно).

**Заключение.** Применение вегетационных индексов в качестве косвенного дешифровочного признака может повысить точность результатов автоматизированного дешифрирования различных видов земель и классов земельного покрытия. Использование индексного изображения, содержащего минимальные значения NDVI, позволит с большей степенью достоверности дифференцировать пахотные и луговые земли.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Owrangi, A. M. Interaction between land-use change, flooding and human health in Metro Vancouver, Canada / A. M. Owrangi, R. Lannigan, S. P. Simonovic // Natural Hazards. – 2014. – № 72. – P. 1219–1230.
2. Гусев, А. П. Изменения NDVI как индикатор динамики экологического состояния ландшафтов (на примере восточной части Полесской провинции) / А. П. Гусев // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – 2020. – № 1. – С. 101–107.
3. Галерея индексов ArcGIS Pro. – URL: <https://pro.arcgis.com/ru/pro-app/latest/help/data/imagery/indices-gallery.htm> (дата обращения: 12.09.2024).

[К содержанию](#)

**О. А. КОНОПАЦКАЯ**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

**ОРГАНИЗАЦИЯ ВНЕКЛАССНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ХИМИИ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ МОНИТОРИНГА  
ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ  
В АТМОСФЕРУ ВОЗДУХА**

**Актуальность.** Загрязнение окружающей среды антропогенными факторами является одной из важных проблем современности.

Для сохранения здоровья окружающей среды необходимо иметь экологические знания о причинах и следствиях загрязнения биосферы. Начальная ступень формирования экологической культуры происходит в школе на дисциплинах естественно-научного профиля.

Поиск новых форм организации экологического воспитания и образования является одной из актуальных педагогических проблем. Для привлечения внимания обучающихся к существующим экологическим проблемам современности необходимо искать новые формы и методы организации экологического воспитания и образования [1].

При изучении школьного предмета химии у обучающихся уже формируется представление об экологическом состоянии окружающей среды. Однако для закрепления экологических знаний, повышения интереса к изучению химии и формирования экологической культуры следует вводить внеклассные мероприятия.

Внеклассные мероприятия – это комплекс мероприятий, проводимых вне основного учебного процесса, направленных на повышение интеллектуального и творческого развития учащихся. Организуя внеклассную работу, необходимо учитывать дидактический принцип связи теории с практикой. Эта связь предполагает умение учащихся применять полученные знания в учебной деятельности. Целью внеклассной работы является создание условий для более полного осуществления практических, воспитательных, общеобразовательных и развивающих целей обучения в единстве с обязательным курсом изучения химии. Одним из видов внеклассной работы по химии является научная конференция.

**Цель исследований** – разработать методические рекомендации по организации школьной научной конференции с экологическим содержанием для учащихся учреждений общего среднего образования.

**Материалы и методы** – теоретический анализ научно-методической и образовательно-экологической литературы.

**Результаты исследования.** Внеклассные мероприятия по химии имеют много разновидностей: конференции, экскурсии, олимпиады, конкурсы, кружки и факультативы.

Наиболее оптимальной формой внеклассных мероприятий, способствующих развитию экологической культуры учащихся, является проведение научных конференций экологической тематики. Школьная научная конференция – это мероприятие, на котором обучающиеся представляют свои исследовательские работы и обмениваются мнениями по проблемным вопросам.

Каждая школьная конференция обладает образовательным значением. В процессе подготовки к ним каждый участник приобретает навыки и умения. Они связаны с самостоятельной работой и информационными источниками, их анализом и обобщением, работой с материалами, приобретением опыта публичного выступления, направленного на овладение правильной научной речью [2].

На школьную экологическую конференцию по химии мы рекомендуем темы докладов, в которых присутствует анализ данных мониторинга выбросов загрязняющих веществ в атмосферу воздуха.

Школьная конференция экологической тематики проводится с учащимися 10–11 классов.

Мы предлагаем следующую тему школьной экологической конференции – «Антропогенные факторы загрязнения окружающей среды». Одним из направлений тематики конференции можно предложить мониторинг выбросов загрязняющих веществ. Предлагаемые темы докладов для учащихся, в которые входит анализ выбросов загрязняющих веществ: «Влияние антропогенных факторов на качество воздуха: анализ данных мониторинга загрязняющих веществ 3–4 класса опасности», «Анализ выбросов загрязняющих летучих органических соединений», «Динамика загрязнения атмосферы воздуха тяжелыми металлами». Доклады на конференции сопровождаются презентациями.

Целью экологической конференции с использованием данных мониторинга выбросов загрязняющих веществ является повышение интереса к учебному предмету химии, развитие аналитических способностей, умения делать выводы, закрепление и углубление пройденного материала, а также формирование представлений о причинах и следствиях загрязнения окружающей среды и развитие экологической культуры.

При написании докладов учащиеся используют частично-поисковые, практические, системно-деятельностные методы.

В процессе написания докладов с использованием данных мониторинга учитель должен помочь учащимся подобрать материал и найти такую форму его изложения, которая максимально активизирует восприятие докладов всеми присутствующими.

Так, при написании доклада на тему «Динамика загрязнения атмосферы воздуха тяжелыми металлами» докладчик при помощи литературных источников составляет введение, формирует цели и методы исследования. В результатах составляет диаграммы по исследуемым выбросам.

Докладчик анализирует данные, определяет превышение предельно допустимого количества исследуемых выбросов, отмечает, в каком году выбросы загрязняющих веществ увеличились, а в каком году уменьшились и на сколько процентов. Предполагает причины изменения количества выбросов, их влияние на окружающую среду и здоровье живых организмов, теоретически прогнозирует дальнейшие тенденции изменения количества выбросов загрязняющих веществ и составляет выводы.

Анализируя данные мониторинга выбросов загрязняющих веществ в атмосферу воздуха от промышленных предприятий, обучающиеся наблюдают изменения в динамике загрязняющих выбросов, что способствует формированию значимости экологической культуры.

Завершающим этапом является представление докладов на конференции и обсуждение результатов.

Главным результатом внеклассных занятий в форме экологической конференции по химии с использованием данных выбросов загрязняющих веществ в атмосферу является развитие экологического образования учащихся и понимание важности экологических знаний для сохранения окружающей среды и здоровья живых организмов.

**Вывод.** Внеклассные занятия с учащимися учреждений общего среднего образования в форме экологической конференции с использованием анализа данных мониторинга выбросов загрязняющих веществ является эффективным методом экологизации знаний учащихся.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Асташина, Н. И. Опыт организации районных экологических конференций школьников / Н. И. Асташина // Экологическое образование для устойчивого развития: теория и педагогическая реальность : сб. ст. по материалам XIV междунар. науч.-практ. конф., Нижний Новгород, 28–30 нояб. 2017 г. – Н. Новгород : Минин. ун-т, 2017. – Ч. 2.

2. Пилипец, Л. В. Учебная конференция в образовательном процессе школы / Л. В. Пилипец, Н. Ю. Абышева // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 5. – URL: <https://science-education.ru/21554> (дата обращения: 01.11.2024).

[К содержанию](#)

**В. Г. КРАВЧУК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

**ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МАКРОМИЦЕТОВ  
КЛАССА *AGARICOMYCETES* НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА  
«БЕЛОВЕЖСКАЯ ПУЩА»**

**Актуальность.** Инвентаризация макромицетов национального парка «Беловежская пуца» имеет важное как теоретическое, так и практическое значение в вопросах определения уникальных особенностей этой территории. Ее выдающаяся универсальная ценность заключается в сочетании местообитаний, видов и экологических процессов, протекающих при минимальном вмешательстве человека. Такие условия предполагают наличие ниш, занимаемых видами, не встречающимися в хозяйственно управляемых лесах.

Микофлору агарикоидных базидиомицетов в Беловежской пуце начали изучать с конца XIX в. Первый список был составлен Блонским в 1889 г. [1] и содержал 104 вида агарикоидных. Следующим провел исследования Штайнке в 1918 г. – 26 видов [2]. В 1968 г. по материалам своих сборов в Беловежской пуце Сержанина обнаружила 174 вида шляпочных грибов [3]. В 2016 и 2018 гг. в национальном парке провели исследования микологи НАН Беларуси [4] и опубликовали четыре статьи [5–8], в которых приводится от 64 до 283 видов.

Из вышесказанного следует, что сведения об агарикоидных базидиомицетах Национального парка «Беловежская пуца» разрознены и в публикациях представлены разным количеством видов.

**Цель** – провести таксономический анализ макромицетов класса *Agaricomycetes* Национального парка «Беловежская пуца».

**Материалы и методы.** Информация о микофлоре получена в результате анализа литературных источников, а также полевых исследований, выполненных автором. Проведено сопоставление видовых названий и синонимов с помощью международных сетевых баз данных Index Fungorum, Mycobank и Catalogue of Life.

**Результаты исследования.** Анализ материалов показал, что в настоящее время для Беловежской пуцы отмечено произрастание 495 видов класса *Agaricomycetes*, относящихся к 6 порядкам, 38 семействам и 132 родам (таблица).

Таблица – Таксономический состав макромицетов класса *Agaricomycetes* Национального парка «Беловежская пуца»

Порядок	Семейство	Количество	
		Роды	Виды
<i>Agaricales</i>	<i>Agaricaceae</i>	9	22
	<i>Amanitaceae</i>	3	17
	<i>Bolbitiaceae</i>	3	7
	<i>Clitocybaceae</i>	3	13
	<i>Cortinariaceae</i>	1	44
	<i>Crepidotaceae</i>	1	1
	<i>Entolomataceae</i>	3	11
	<i>Hydnangiaceae</i>	1	4
	<i>Hygrophoraceae</i>	6	15
	<i>Hymenogastraceae</i>	6	22
	<i>Inocybaceae</i>	4	23
	<i>Lyophyllaceae</i>	4	6
	<i>Marasmiaceae</i>	8	13
	<i>Mycenaceae</i>	4	42
	<i>Omphalotaceae</i>	5	17
	<i>Physalacriaceae</i>	4	7
	<i>Pleurotaceae</i>	1	5
	<i>Pluteaceae</i>	2	15
	<i>Porotheleaceae</i>	1	2
	<i>Psathyrellaceae</i>	8	18
	<i>Pseudoclitocybaceae</i>	1	1
	<i>Sarcomyxaceae</i>	1	1
	<i>Schizophyllaceae</i>	1	1
<i>Strophariaceae</i>	8	22	
<i>Tricholomataceae</i>	13	32	
<i>Tubariaceae</i>	2	4	
<i>Boletales</i>	<i>Boletaceae</i>	12	27
	<i>Gomphidiaceae</i>	2	3
	<i>Gyroporaceae</i>	1	2
	<i>Hygrophoropsidaceae</i>	1	1
	<i>Paxillaceae</i>	1	2
	<i>Suillaceae</i>	1	4
	<i>Tapinellaceae</i>	1	2
<i>Cantharellales</i>	<i>Hydnaceae</i>	3	6
<i>Hymenochaetales</i>	<i>Rickenellaceae</i>	1	1
<i>Russulales</i>	<i>Auriscalpiaceae</i>	2	3
	<i>Russulaceae</i>	3	77
<i>Thelephorales</i>	<i>Bankeraceae</i>	1	2

**Заключение.** В результате проведенных исследований установлено, что в Национальном парке «Беловежская пуца» произрастает 495 макро-

мицетов класса *Agaricomycetes*, которые относятся к 6 порядкам, 38 семействам и 132 родам. Наиболее многочисленным является порядок *Agaricales*.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Blonski, F. Sprawozdanie z wycieczki botanicznej do Puszczy Białowieskiej, Ładzkiej i Świsłockiej w 1888 roku / F. Blonski, K. Drymmer // Pam. Fizjogr. – 1889. – Dział 3, т. 9. – S. 55–62, 102–115.

2. Steinecke, Fr. Die Kryptogamen im Urwalde / Fr. Steinecke // Bialowies in deutscher Verwaltung. Н. 4. – Berlin : Verlagsbuchhandlung Paul parey, 1918. – P. 251–272.

3. Сержанина, Г. И. Агариковые грибы Беловежской пуши / Г. И. Сержанина // Беловежская пуца. Исследования : сб. науч. ст. / Гос. заповед.-охотн. хоз-во «Беловеж. пуца» ; редкол.: В. С. Гельтман [и др.]. – Минск, 1968. – Вып. 2. – С. 74–84.

4. Изучить видовой состав афиллофороидных, агарикоидных и гастероидных базидиомицетов НП «Беловежская пуца» за 2018 год : отчет о НИР / исполн. Т. Г. Шабашова [и др.]. – 2018. – 119 с.

5. Шабашова, Т. Г. Биологическое разнообразие агарикоидных и афиллофороидных грибов Национального парка «Беловежская пуца» в сборах гербария MSK-F 1951–2001 гг. / Т. Г. Шабашова, А. О. Антонович // Особо охраняемые природные территории Беларуси. Исследования. – Минск : Беларус. Дом печати, 2020. – Вып. 15. – С. 285–297.

6. Виды грибов, включенные в Красную книгу Республики Беларусь, произрастающие на территории Национального парка «Беловежская пуца» / Т. Г. Шабашова [и др.] // Биоразнообразие грибов и лишайников особо охраняемых природных территорий. – Минск : Колорград, 2021. – С. 172–179.

7. Антонович, А. О. Таксономический анализ и встречаемость эколого-трофических групп агарикоидных базидиомицетов, произрастающих в условиях заповедного режима / А. О. Антонович // Ботаника (исследования). – Минск : Колорград, 2022. – Вып. 51. – С. 136–145.

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

[К содержанию](#)



**В. С. КРУПКО, Д. А. ЖУКОВИЧ**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

## **ВЛИЯНИЕ ДВУХ ПРЕПАРАТОВ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА КАТАЛАЗНУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ, ЗАГРЯЗНЕННОЙ МОТОРНЫМ МАСЛОМ**

**Актуальность.** Загрязнение почв моторными маслами, содержащими токсичные углеводороды, представляет серьезную экологическую проблему, поскольку снижает плодородие почвы, нарушает биологические процессы и способствует накоплению опасных веществ в окружающей среде [1]. В связи с этим разработка эффективных методов восстановления экосистем, подверженных техногенному загрязнению, является очень актуальным направлением исследований. Одним из наиболее экологичных путей восстановления почв, загрязненных нефтяными углеводородами, является биологическая рекультивация, которая выступает ценной альтернативой физическим и химическим обработкам [2]. Среди технологий биологической очистки наиболее популярны такие, как биоувеличение, представляющее собой введение микробных культур в почву, и биостимулирование, которое заключается в усовершенствовании естественной способности микроорганизмов разлагать загрязняющие вещества, т. е. в стремлении оптимизировать условия для микробного разложения углеводородов, в том числе и внесением в почву почвенных добавок [3; 4]. Препарат «Оксидат торфа», содержащий природные гуминовые вещества, способен улучшать структуру почвы и активировать микробные процессы. «Эпин-экстра» содержит 24-эпибрассинолид, относящийся к классу стероидных фитогормонов, и способен улучшить стрессоустойчивость почвенной микрофлоры и стимулировать ее активность, тем самым ускоряя биологическую ремедиацию [5].

**Целью** нашей работы является исследование возможности применения почвенных добавок на основе биологически активных веществ различной природы для регулирования каталазной активности почвы, загрязненной моторным маслом.

**Материалы и методы исследования.** Активность каталазы в почве определяли газометрическим методом в трехкратной повторности [6]. В качестве контроля была использована дерновая заболоченная почва связнопесчаного гранулометрического состава. В качестве загрязненного контроля использовали почву, загрязненную моторным маслом без

применения почвенных добавок (Мк). Для загрязнения почвы моторное масло смешивали с почвой в пропорции 1 : 20. В качестве почвенных добавок применяли гуминовый препарат (4 %) «Оксидат торфа» (далее – ОТ) и стероидный препарат (0,025г/л) «Эпин-экстра» (далее – ЭБ). Рабочие растворы препаратов готовили согласно прилагаемым инструкциям (60 мл / 10 л воды и 1 мл / 5 л воды). Концентрацию приготовленных согласно инструкции растворов принимали за исходную (1ОТ, 1ЭБ). Также использовали более высокую и сниженную концентрации препаратов (1,5ОТ, 1,5ЭБ, 0,5ОТ, 0,5ЭБ). Почвенная навеска составляла 80 г воздушно-сухой почвы, к которой приливали 50 мл препарата в соответствующей концентрации или воды в случае контрольного образца. Почвенные образцы компостировались в течение 30 дней. Во время экспозиции не допускали полного иссушения почвенных образцов и по мере необходимости осуществляли полив отстоянной водопроводной водой. По истечении срока экспозиции для проведения газометрического метода определения активности каталазы навеску высушивали до воздушно-сухого состояния.

**Результаты исследования.** В результате проведения лабораторного опыта было выявлено, что внесение в почву моторного масла в соотношении 1 : 20 по массе приводит к значительному снижению ее биологической активности на 40,9 % – с 5,87 до 3,47 мл O<sub>2</sub> (рисунок).

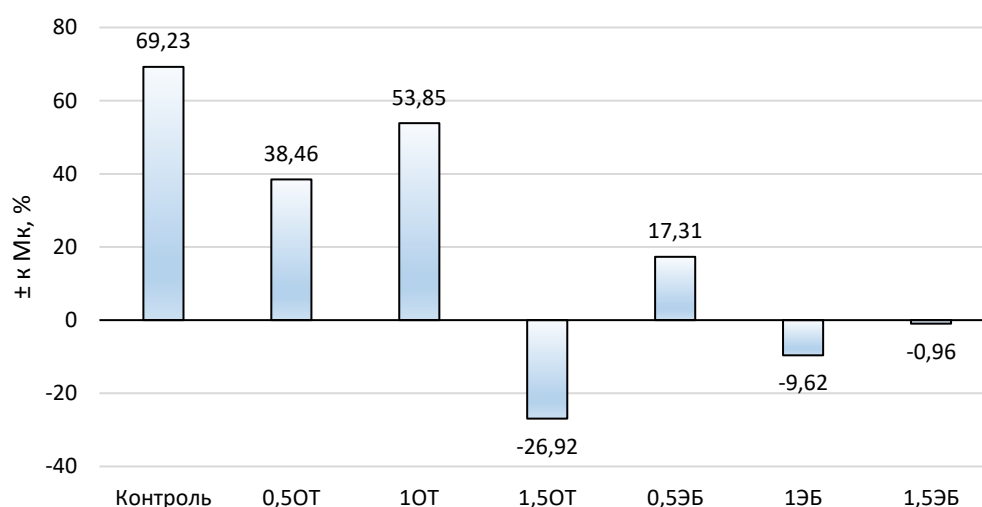


Рисунок – Изменение активности каталазы в почве, загрязненной моторным маслом, под влиянием почвенных добавок

Применение гуминового препарата способствовало значительной реабилитации загрязненной почвы. Так, при внесении в почву раствора «Оксидат торфа» в дозе 0,5 от исходной (0,5ОТ) активность каталазы повышалась с 3,47 мл O<sub>2</sub> до 4,80 мл, т. е. отмечается увеличение активности на 38,46 %. Повышение концентрации гуминовых веществ в почве до 1ОТ

оказывало еще более выраженный стимулирующий эффект на жизнедеятельность почвенной микрофлоры, что отразилось на усилении каталазной активности почв в данном варианте на 53,85 % относительно варианта Мк и было всего на 10 % ниже, чем в чистом контроле.

Применение же наиболее высокой дозы гуминового препарата оказало, наоборот, ингибирующее влияние на активность почвенной микрофлоры, выраженной через количество продуцированной каталазы в почве. Так, в варианте 1,5ОТ снижение активности каталазы относительно Мк составило 26,92 %, или 2,53 мл O<sub>2</sub>.

Стероидный препарат оказывал менее выраженное влияние на исследуемый биохимический показатель почвы. Лишь самая низкая концентрация 24-эпибрассинолида способствовала повышению каталазной активности загрязненной почвы (+17,31 %), тогда как в вариантах 1ЭБ и 1,5ЭБ отмечается снижение данного показателя (–9,62 % и –0,96 % относительно значения в варианте Мк).

**Заключение.** Моторное масло является мощным почвенным поллютантом, оказывающим существенный токсический эффект на активность каталазы в почве (–40,9 % O<sub>2</sub>). Использование препаратов, содержащих биологически активные вещества («Оксидат торфа» и «Эпин-экстра»), в качестве почвенных добавок, способно оказывать ремедиационный эффект на дерново-заболоченную почву, повышая ее каталазную активность на 38–53 % и 17,3 % относительно показателя в варианте Мк (0,5–1 ОТ и 0,5ЭБ соответственно).

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванова, Л. И. Воздействие углеводов на микроорганизмы почвы и их активность / Л. И. Иванова, С. П. Петров // Экология и природопользование. – 2018. – Т. 24, № 1. – С. 115–122.
2. Подавалов, Ю. А. Экология нефтегазового производства / Ю. А. Подавалов. – М. : Инфра-Инженерия, 2010. – 416 с.
3. Woopathy, R. Factors limiting bioremediation technologies / R. Woopathy // Bioresource Technology. – 2000. – Vol. 74. – P. 63–67.
4. Bioremediation of petroleum hydrocarbons in contaminated soils: comparison of biosolids addition, carbon supplementation, and monitored natural attenuation / D. Sarkar, M. Ferguson, R. Datta, S. Birnbaum // Environmental Pollution. – 2005. – Vol. 136. – P. 187–195.
5. Харченко, М. А. Эпибрассинолид и его влияние на ферментативные процессы в почвах / М. А. Харченко, А. Л. Васильев // Биотехнология в сельском хозяйстве. – 2016. – Т. 19, № 2. – С. 109–115.
6. Методы почвенной микробиологии и биохимии / под ред. Д. Г. Звягинцева. – М. : Изд-во МГУ, 1991. – 304 с.

[К содержанию](#)

**Е. М. КУЛИНКА, А. Н. МЯЛИК**

Минск, ЦБС НАН Беларуси

**О РАСПРОСТРАНЕНИИ НОВОГО ДЛЯ БЕЛАРУСИ  
АДВЕНТИВНОГО ВИДА *PLANTAGO CORONOPUS* L.  
(*PLANTAGINACEAE*)**

**Актуальность.** В настоящее время в связи с возрастающим антропогенным воздействием процесс заноса новых видов растений становится все более интенсивным. Ежегодно для территории Беларуси фиксируются новые адвентивные виды, появление которых связано как со случайным заносом, так и с процессом натурализации ранее культивируемых растений. В связи с этим работы по поиску и документированию новых для Беларуси таксонов имеют большую актуальность, теоритическую и практическую значимость. В связи с вышесказанным определяется цель данной работы – охарактеризовать распространение нового для Беларуси адвентивного вида *Plantago coronopus* L.

**Материалы и методы.** В основу работы положены результаты экспедиционных исследований, выполненных в полевой сезон 2024 г. на территории Брестской области. Документирование флористической находки выполнено согласно современным подходам – гербаризация и размещение изображений с геопривязкой в мировых базах данных по биоразнообразию (iNaturalist.org, gbif.org). Гербаризация материала проведена по стандартной методике [1], собранные образцы хранятся в гербарии Центрального ботанического сада НАН Беларуси (MSKH).

**Результаты исследования.** *Plantago coronopus* L. (подорожник перистолопастной, или оленерогий) – однолетнее, двулетнее или многолетнее растение семейства *Plantaginaceae* (Подорожниковые), достигающее высоты до 20 см. Цельные или зубчатые листья собраны в прикорневую розетку, их длина достигает 20 см при ширине до 2 см (фото). Мелкие невзрачные цветки собраны в узкоцилиндрические соцветия. Растение характеризуется продолжительным цветением с мая и до конца вегетации. Плод – 3–5-семенная коробочка, семена – коричневые, эллиптической формы, двояковыпуклые. Внешний вид растений может сильно варьировать в зависимости от условий произрастания. Данный вид используется как пищевое и лекарственное растение для приготовления салатов, гарниров и в народной медицине для остановки кровотечений и лечения диареи [2; 3].



Фото – Общий вид *Plantago coronopus* L. (А), листья и соцветия (Б)

*P. coronopus* произрастает в Атлантической Европе, Средиземноморье, Центральной и Западной Азии, как заносной известен в некоторых районах Северной и Южной Америки, на юге Африки, в Австралии и Новой Зеландии [4] (рисунок). Растет на песчаных и сухих склонах, чаще у морского побережья, встречается как в естественных, так и в синантропных сообществах. По экологическим характеристикам является псаммофитом, мезоксерофитом, гелиофитом и галофитом.

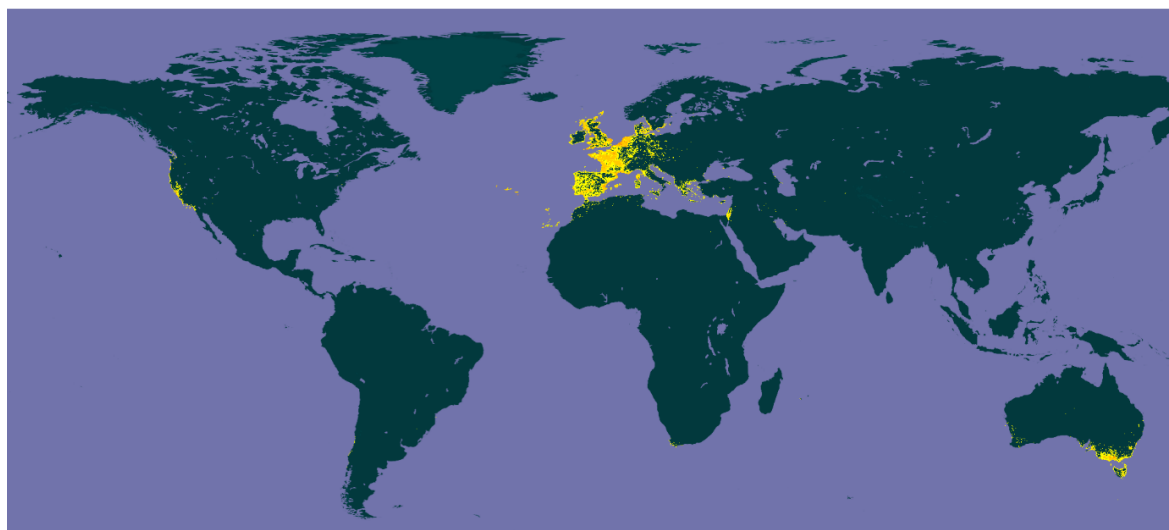


Рисунок – Ареал распространения *P. coronopus* согласно gbif.org



В 2024 г. в ходе экспедиционных исследований *P. coronopus* был выявлен к югу от г. Кобрин Брестской области. Вид произрастает вдоль обочины автомобильной дороги непосредственно у кромки асфальтового полотна на засоленной почве совместно с такими галофитами, как *Atriplex tatarica* L.

Ценопопуляция локализована на протяженном участке длиной около 600 м. Растения встречаются отдельными экземплярами, небольшими группами и крупными скоплениями площадью более 1–2 м<sup>2</sup>. На основании визуального осмотра популяции можно отметить, что она существует в данном месте на протяжении нескольких лет, что подтверждается наличием разновозрастных растений. Последние успешно цветут, плодоносят, размножаются вегетативным и генеративным способами.

Находка задокументирована на интернет-платформе iNaturalist.org (№ наблюдений 241412652 и 241477395, дата наблюдений 13.09.2024), а также гербарными образцами. С учетом потенциальной хозяйственной ценности *P. coronopus* образцы живых растений из обнаруженной ценопопуляции привлечены в коллекцию лекарственных растений Центрального ботанического сада НАН Беларуси для интродукционных испытаний.

Важно отметить, что в мае 2024 г. *P. coronopus* был обнаружен Н. А. Вахний на обочине автомобильной дороги в окрестностях д. Дружба Брестского района (гербарий передан в Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича НАН Беларуси (MSK), что свидетельствует о более широком распространении данного вида и возможности обнаружения новых находок вдоль транспортных путей Беларуси.

**Заключение.** В результате проведенных исследований дополнены сведения о распространении и особенностях произрастания нового адвентивного для флоры Беларуси вида *P. coronopus*.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гербарное дело : справ. рук. / под ред. Д. Бридсон [и др.]. – Кью : Королев. ботан. сад, 1995. – 341 с.
2. Красная книга города Севастополя / Гл. упр. природ. ресурсов и экологии г. Севастополя. – Калининград ; Севастополь : РОСТ-ДООАФК, 2018. – 157 с.
3. Dowling, R. E. The Reproduction of *Plantago Coronopus*: An Example of Morphological and Biological Seed Dimorphism / R. E. Dowling // *Annals of Botany*. – 1933. – Vol. 47, № 188. – P. 861–872. – URL: <http://www.jstor.org/stable/43237513>.
4. *Plantago coronopus* (Buck's-horn plantain) // CABI Digital Library. – URL: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.109678> (дата обращения: 27.09.2024).

[К содержанию](#)

**С. Н. ЛЕШИК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – И. В. Бульская, канд. биол. наук

## **РОЛЬ БРАССИНОСТЕРОИДОВ В УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ К СТРЕСС-ФАКТОРАМ**

**Актуальность.** В последние десятилетия в сельскохозяйственную практику активно внедряются новые биотехнологические и биохимические методы, которые позволяют обеспечить ускоренное получение новых ценных сортов, форм и линий сельскохозяйственных и цветочно-декоративных культур, повысить урожайность и найти альтернативу небезопасным для окружающей среды химическим препаратам. Широко применяют биологически активные вещества, которые позволяют более полно реализовать потенциальные возможности растений за счет регулирования таких важных процессов, как закладка и рост корней, рост стебля, листьев, переход к цветению, продолжительность цветения, а также за счет снижения повреждающего действия неблагоприятных факторов окружающей среды [1].

**Цель** – изучить литературу по теме исследования физиологической активности brassinosteroidов в Республике Беларусь.

**Материалы и методы.** Анализ научной и специальной литературы (научные статьи, материалы конференций, монографии), интернет-ресурсов.

**Результаты исследования.** В середине 60-х и начале 70-х гг. прошлого века ученые обнаружили, что в растениях наряду с известными фитогормонами существуют вещества неизвестного химического состава, которые также влияют на рост и развитие. Однако попытки изолировать их в чистом виде и установить их химическую структуру не увенчались успехом из-за их крайне низкой концентрации в растениях. К примеру, японские исследователи, анализируя экстракт из свежих листьев *Distylium racemosum*, выделили активные компоненты А, Аг и В, которые проявляли сильное стимулирующее воздействие на рост, превышая индолилуксусную кислоту. Эти соединения были обозначены как дистилиевые факторы, однако из-за их крайне низкой концентрации (менее  $10^{-6}$  %) в исследуемом материале и малого количества, полученного в результате очистки (менее 1 мг), не удалось провести их идентификацию [2].

Первые данные о стимулирующем воздействии липидных соединений, извлеченных из пыльцы пальмовидной фасоли (*Brassica napus*), были представлены в научной статье. Эти соединения проявляли свойство стимулировать рост второго междоузья фасоли, что приводило к его

искривлению, разбуханию и растрескиванию, что является уникальным ответом растения. После обнаружения брассинолида в разнообразных растительных материалах были описаны и другие члены семейства брассиностероидов, которые выделяются разнообразием структуры и разной степенью биологической эффективности. Исследования показали, что брассиностероиды представляют собой класс растительных полигидроксистероидов, которые были признаны новым типом фитогормонов, оказывающих значительное влияние на рост и развитие растений. Исследования брассиностероидов являются одним из самых активных направлений в области фитогормонов, так как они участвуют в регуляции множества клеточных процессов, включая пролиферацию и дифференциацию клеток, развитие органелл и защитные механизмы растений.

В 80-е гг. прошлого века в Беларуси были запущены исследования в области брассиностероидов и их аналогов, которые возглавляли академик А. А. Ахрем, Ф. А. Лахвич и В. А. Хрипач. С момента обнаружения брассиностероиды были выделены из 64 различных видов растений, включая 53 покрытосеменных (12 однодольных и 41 двудольный), 6 голосеменных, 1 папоротник (*Equisetum arvense*), 1 мохообразный (*Marchantia polymorpha*) и 3 водоросли (*Chlorella vulgaris*, *Cystoseira myrica* и *Hydrodictyon reticulatum*). Это указывает на широкое распространение брассиностероидов среди растений, включая как высшие, так и низшие. К настоящему времени известно более 60 видов брассиностероидов [3].

Брассиностероиды – это уникальные химические вещества, характерные для всех растений. Эти вещества были обнаружены в пыльце, пыльниках, семенах, листьях, стеблях, корнях и цветках растений. В молодых тканях концентрация брассиностероидов значительно выше, чем в зрелых. Обычно пыльца и незрелые семена представляют собой богатый источник этих веществ, в то время как их содержание в вегетативных частях растений ниже по сравнению с другими растительными гормонами. Вероятно, такое распределение брассиностероидов обусловлено процессами их транспорта по растению. Экспериментальные данные по транспортировке меченных брассиностероидов из корней в надземные части растений, таких как рис, огурец и пшеница, показывают, что они перемещаются вместе с ксилемным соком.

Развитие технологий получения брассиностероидов и их аналогов в объемах, достаточных для проведения биологических экспериментов, привело к появлению научных публикаций, посвященных изучению механизмов их влияния и потенциальных ролей в живых организмах [4].

Стоит подчеркнуть, что в ходе исследования стимулирующего воздействия брассиностероидов на растение, наблюдается множество противоречивых результатов, которые, вероятно, обусловлены индивидуальной



чувствительностью растений, разнообразием концентраций различных brassinosterоидов, длительностью обработки и в конечном итоге уникальной химической структурой самих brassinosterоидов. Изучая обширный набор данных о действии brassinosterоидов в биотестах, выяснили, что наивысшую активность демонстрирует brassinolid.

**Заключение.** На основе данных проанализированной литературы можно заключить, что практическое применение brassinosterоидов возможно в нескольких направлениях: для улучшения роста сельскохозяйственных и декоративных культур; для подготовки растений к действию неблагоприятных условий, таким образом способствуя уменьшению их негативной эффективности. Литературные данные свидетельствуют о роли этих веществ в стимуляции адаптационных процессов у растений и развитии защитных реакций, помогающих выдерживать стресс.

Актуальным направлением исследований на ближайшие годы является расширение знаний о видо- и сортоспецифичности реакций растений на обработку brassinosterоидами, разработка практических рекомендаций о способах и дозах их применения для различных культур.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Афк-зависимое стресс-протекторное действие 24-эпикастастерона и его моносалицилата на проростки пшеницы при гипертермии / Р. П. Литвиновская, М. А. Шкляревский, Ю. Е. Колупаев [и др.] // Прикладная биохимия и микробиология. – 2021. – Т. 57, № 6. – С. 605–612.

2. Шуканов, В. П. Гормональная активность стероидных гликозидов растений / В. П. Шуканов, А. П. Волюнец, С. Н. Полянская. – Минск : Беларус. навука, 2012. – 244 с.

3. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь. – Минск : Промкомплекс, 2014. – 627 с.

4. Хомюк, Я. В. Влияние эпикастастерона и его конъюгатов с кислотами на морфометрические и физиолого-биохимические параметры *Trifolium pratense* L. / Я. В. Хомюк, Е. Г. Артемук, Р. П. Литвиновская // Веснік Брэсцкага ўніверсітэта. Серыя 5, Біялогія. Навукі аб зямлі. – 2022. – № 2. – С. 52–62.

5. Ясюкович, Т. В. Влияние brassinosterоидов на рост и развитие цветочно-декоративной культуры петунии (*Petunia*) / Т. В. Ясюкович, Т. В. Каленчук, А. Г. Чернецкая // Вестник Полесского государственного университета. Серия природоведческих наук. – 2016. – № 2. – С. 19–23.

6. Хрипач, В. А. Brassinosterоиды / В. А. Хрипач, Ф. А. Лахвич, В. Н. Жабинский. – Минск : Навука і тэхніка, 1993. – 287 с.

[К содержанию](#)

**В. А. МАЛАХОВА**

Минск, БГПУ имени Максима Танка

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

## **РЕАКЦИЯ ПРЯНО-АРОМАТИЧЕСКИХ РАСТЕНИЙ НА РАЗНУЮ СТЕПЕНЬ ВОДНОГО ДЕФИЦИТА**

**Актуальность.** В последнее время на территории Беларуси наблюдается потепление климата. С повышением температур изменяются агро-климатические условия, благодаря которым увеличивается продолжительность вегетационного периода [1, с. 53–58]. Однако изменение климата сопровождается различными по продолжительности засухами, что не может не отразиться на ростовых процессах растений и их потенциальной продуктивности [2, с. 14].

В качестве объекта исследования был выбран сорт базилика обыкновенного (*Ocimum basilicum* L.) Опал. *Ocimum basilicum* относится к лекарственным и пряно-ароматическим культурам. Базилик активно используется в кулинарии и обладает высоким содержанием каротина, аскорбиновой кислоты, дубильных веществ. Велика роль фитонцидов, содержащихся в растениях базилика, благодаря которым уничтожаются болезнетворные микроорганизмы. Кроме того, базилик используется в медицине при лечении простуды и гриппа, а благодаря наличию ароматных эфирных масел – в парфюмерии [3, с. 27–29].

**Цель** – изучить влияние разной степени водного дефицита на посевные качества семян и ростовые процессы растений базилика обыкновенного (*Ocimum basilicum*) сорта Опал на ранних этапах прорастания.

**Материалы и методы.** Исследование проводилось в лабораторных условиях при комнатной температуре 20 °С и естественном освещении. Семена *Ocimum basilicum* L. проращивались в чашках Петри на фильтровальной бумаге в количестве 20 штук в каждой. Повторность опыта трехкратная. Была использована модельная система с растворами сахарозы в концентрациях: 1 %, 2 %, 5 %, создающих условно разную степень водного дефицита: слабую, среднюю и высокую. Фильтровальная бумага опытных растений смачивалась данными растворами, а контрольных – дистиллированной водой. В ходе опыта оценивались посевные качества семян, такие как энергия прорастания и всхожесть, а также морфометрические показатели надземной и подземной частей растений *Ocimum basilicum* на 17-й день прорастания. Результаты опыта обработаны статистически с помощью пакета программ М. Excel.

**Результаты исследования.** В ходе исследования было установлено, что с увеличением степени водного дефицита снижались параметры энергии прорастания и всхожести на 5 % относительно контроля (рисунок 1), а в условиях высокой степени водного дефицита семена базилика посевного не взошли.

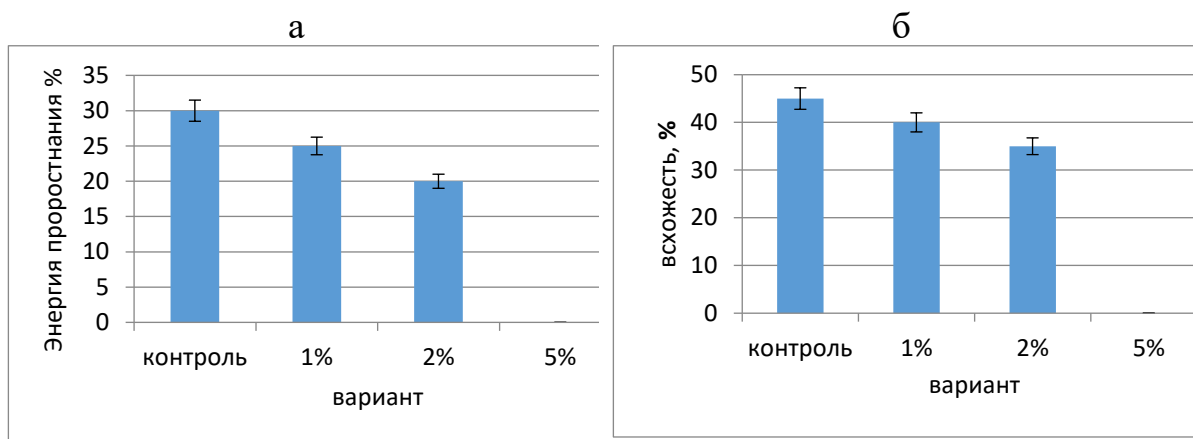


Рисунок 1 – Энергия прорастания (а) и всхожесть (б) *Ocimum basilicum* сорта Опал в условиях водного дефицита

При анализе морфометрических показателей *Ocimum basilicum* – длины проростков и корней – было установлено, что с увеличением степени водного дефицита уменьшается относительно контроля длина корней на 4,3 % и 21 % и проростков на 15 % и 35,7 % соответственно 1 %-му и 2 %-му растворам сахарозы (рисунок 2).

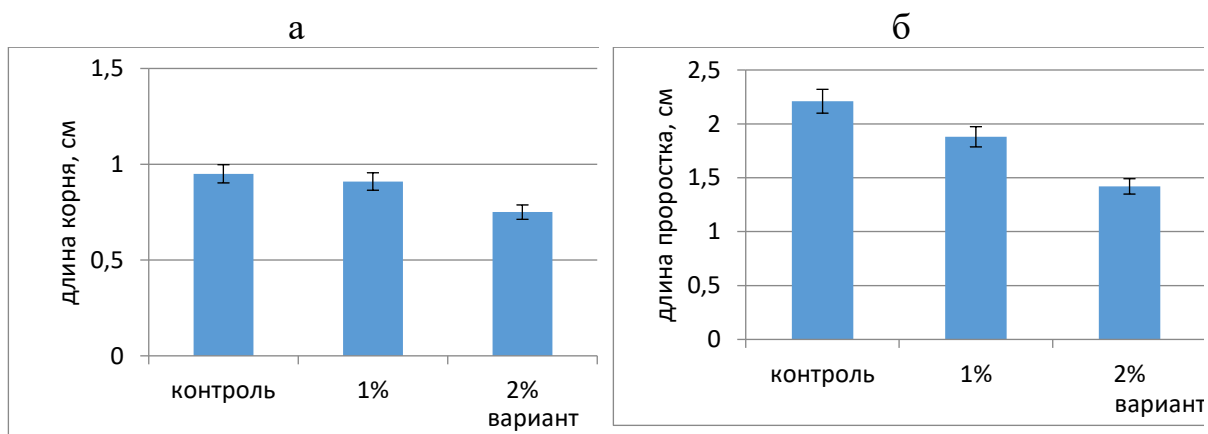


Рисунок 2 – Влияние водного дефицита на длину корней (а) и проростков (б) *Ocimum basilicum* сорта Опал на 17-й день прорастания

При оценке влияния водного дефицита на биомассу корней и проростков *Ocimum basilicum* была замечена тенденция снижения показателей при увеличении степени водного дефицита относительно контроля на 41,3 % и 53,3 % для корней, а для проростков на 4 % и 13,3 % соответственно 1 %-му и 2 %-му растворам сахарозы (рисунок 3).

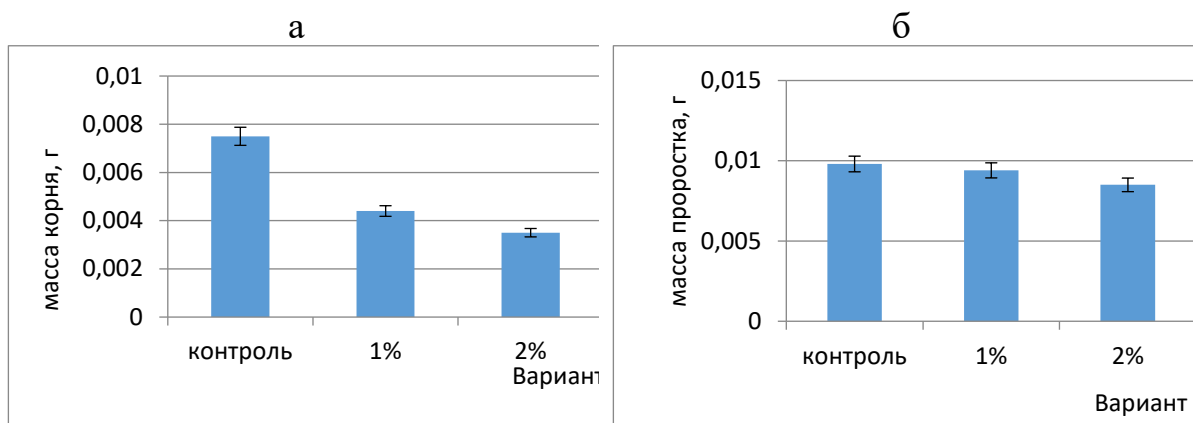


Рисунок 3 – Влияние водного дефицита на биомассу корней (а) и проростков (б) *Ocimum basilicum* на 17-й день прорастания

**Заключение.** Таким образом, с увеличением степени водного дефицита наблюдается угнетение роста и развития растений *Ocimum basilicum*. В ходе исследования было установлено, что морфометрические показатели снижаются с нарастанием степени водного дефицита, причем наиболее страдает корневая система растений. Выявлено, что *Ocimum basilicum* не засухоустойчивая культура, требующая регулярного полива.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Новикова, Н. Е. Проблема засухоустойчивости растений в аспекте селекции гороха / Н. Е. Новикова // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2012. – № 1. – С. 53–58.
2. Фролов, А. А. Экспериментальные модели засухи в решении фундаментальных и прикладных задач биологии растений / А. А. Фролов // Регуляция роста, развития и продуктивности растений : материалы X Междунар. науч. конф., Минск, 23–25 окт. 2024 г. / Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси. – Минск : ИВЦ Минфина, 2024. – С. 14.
3. Малхасян, А. Б. Сортовые особенности формирования урожая базилика / А. Б. Малхасян // Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 4. – С. 27–29.

[К содержанию](#)

**А. В. МЕЛЮХ**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – О. В. Корзюк, старший преподаватель

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КОНЪЮГАТОВ ПРИРОДНЫХ  
БРАССИНОСТЕРОИДОВ С КИСЛОТАМИ  
НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ РОСТА  
АМАРАНТА ТРЕХЦВЕТНОГО**

**Актуальность.** Изучение влияния стероидных гормонов на морфометрические показатели амаранта трехцветного сорта Иллюминация является актуальным аспектом агрономической науки, поскольку эти соединения способны оказывать значительное влияние на рост и развитие растений. Брассиностероиды, представляя собой класс фитогормонов, регулируют множество физиологических процессов, включая клеточное деление и удлинение, что, в свою очередь, может отражаться на морфологии растений.

Использование амаранта трехцветного обусловлено его уникальными физиологическими и биохимическими свойствами. Амарант, благодаря высокому содержанию белка, аминокислот и антиоксидантов, представляет собой ценную пищевую культуру, способную улучшить рацион и здоровье человека [1, с. 137–140].

В последнее время растет интерес к применению стероидных гормонов в растениях, поскольку они выполняют ключевую роль в регуляции роста и развития. Исследования, направленные на изучение влияния брассиностероидов на амарант, позволяют глубже понять механизмы, регулирующие его устойчивость к стрессовым условиям и способствующие улучшению урожайности [2, с. 3–8].

**Цель** – изучить влияние 24-эпикастастерона (далее – ЭК) и его конъюгатов с кислотами 2-моносалицилат 24-эпикастастерона (S23) и тетраиндолилацетат 24-эпикастастерона (S31) на морфометрические параметры роста амаранта трехцветного сорта Иллюминация.

**Материалы и методы.** Для определения оптимальных концентраций стероидных соединений, оказывающих наибольшее влияние на рост и развитие амаранта трехцветного (*Amaranthus tricolor* L.) сорта Иллюминация в лабораторных условиях, были использованы ЭК и его конъюгаты S23 и S31, синтезированные в лаборатории химии стероидов Института биоорганической химии НАН Беларуси.

Для выявления оптимальных концентраций ЭК и его конъюгатов с кислотами S23 и S31, оказывающих наибольшее влияние на рост и развитие растений, были использованы следующие варианты опыта:

1. Вода (контроль).
2. 24-эпикастастерон с концентрацией  $10^{-7}$ – $10^{-11}$  М.
3. S23 с концентрацией  $10^{-7}$ – $10^{-11}$  М.
4. S31 с концентрацией  $10^{-7}$ – $10^{-11}$  М.

На 10-е сутки были определены морфометрические параметры растения, в частности длина корня. Проращивание проводили согласно ГОСТ 24933.0-81 [3, с. 23] и ГОСТ 12038-84 [4, с. 29]. Все опыты проводились в четырехкратной повторности.

**Результаты исследования.** Проведенные исследования показали, что действие раствора ЭК в концентрациях  $10^{-10}$  и  $10^{-8}$  М приводило к увеличению длины корня амаранта трехцветного сорта Иллюминация по сравнению с контрольными растениями (рисунок).

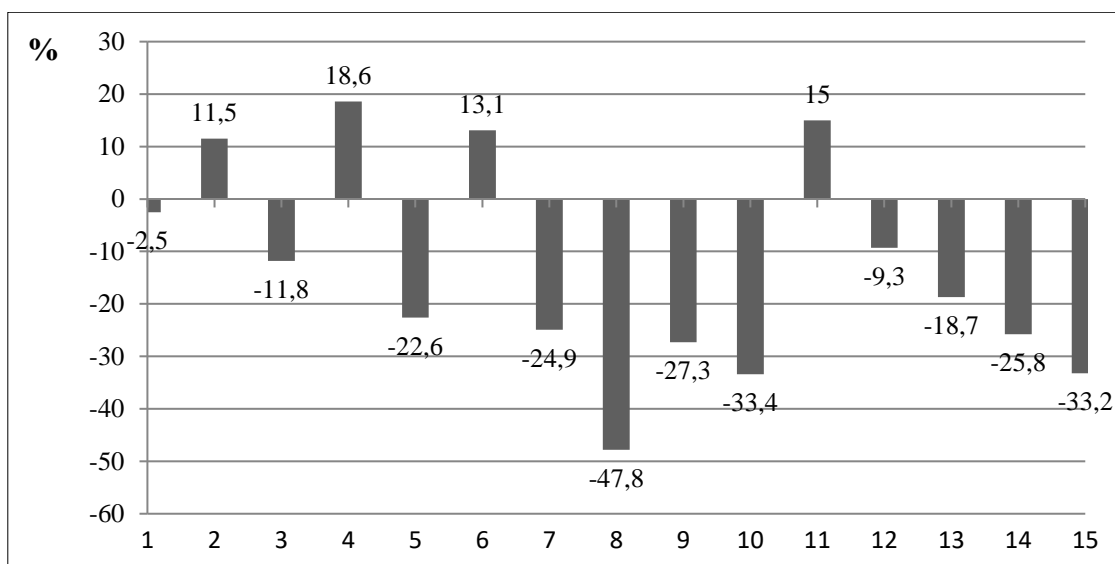


Рисунок – Влияние эпикастастерона и его конъюгатов на длину корня амаранта трехцветного сорта Иллюминация, % относительно контроля:  
**1–5** – ЭК,  $10^{-11}$ – $10^{-7}$  М; **6–10** – S23,  $10^{-11}$  М –  $10^{-7}$  М;  
**11–15** – S31,  $10^{-11}$  М –  $10^{-7}$  М

Значительное увеличение длины корня было достигнуто при действии на растения ЭК в концентрации  $10^{-8}$  М. Так, длина корня увеличилась на 18,6 %.

При воздействии на растение ЭК в концентрации  $10^{-11}$  М,  $10^{-9}$  М и  $10^{-7}$  М наблюдалось уменьшение длины корня на 2,5 %, 11,8 % и 22,6 % соответственно.

При обработке семян раствором S23 в концентрации  $10^{-11}$  М и дальнейшем проращивании у растений амаранта трехцветного сорта Иллюминация наблюдалось увеличение длины корня на 13,1 % (рисунок).

Использование S23 в остальных концентрациях  $10^{-10}$ – $10^{-7}$  М привело к уменьшению длины корня амаранта трехцветного сорта Иллюминация. Наименьший результат получен при обработке семян раствором в концентрации S23  $10^{-9}$  М, при этом длина корня уменьшилась на 47,8 %.

При обработке семян раствором конъюгата S31 и дальнейшем проращивании у растений амаранта трехцветного сорта Иллюминация наблюдалось увеличение длины корня только при воздействии раствора S31 в концентрации  $10^{-11}$  М: длина корня увеличилась на 15,0 % по сравнению с контрольными образцами (рисунок). В остальных случаях наблюдалось значительное уменьшение его длины по сравнению с контрольными растениями. Так, при воздействии раствора S31 в концентрации  $10^{-7}$  М длина корня уменьшилась на 33,2 % по сравнению с контрольными образцами.

**Заключение.** По результатам лабораторного опыта можно сделать вывод о том, что наиболее эффективными концентрациями исследуемых brassinosteroidов, оказывающими наибольший достоверный рострегулирующий эффект на морфометрические параметры (длину корня) амаранта трехцветного сорта Иллюминация, являются: 24-эпикастастерон (ЭК) в концентрации  $10^{-8}$  М и его конъюгаты 2-моносалицилат 24-эпикастастерон (S23) в концентрации  $10^{-11}$  М и тетраиндолилацетат 24-эпикастастерон (S31) в концентрации  $10^{-11}$  М.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Прусакова, Л. Д. Роль brassinosteroidов в росте, устойчивости и продуктивности растений / Л. Д. Прусакова, С. И. Чижова // *Агрехимия*. – 2007. – № 11. – С. 137–140.
2. Хрипач, В. А. Перспективы практического применения brassinosteroidов нового класса фитогормонов / В. А. Хрипач, Ф. А. Лахвич // *Сельскохозяйственная биология*. – 2004. – № 1. – С. 3–8.
3. Семена цветочных культур. Правила приемки и методы отбора проб. Межгосударственный стандарт : ГОСТ 24933.0-81. – Введ. 01.10.86. – М. : Стандартиформ, 2011. – 23 с.
4. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. Межгосударственный стандарт : ГОСТ 12038-84. – Введ. 01.07.86. – М. : Стандартиформ, 2011. – 29 с.

[К содержанию](#)

**К. Р. МЕЛЯНЧУК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

**ОСМОТИЧЕСКОЕ ДАВЛЕНИЕ КЛЕТОЧНОГО СОКА  
В ЛИСТЬЯХ НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ  
РОДА *ANTHURIUM* L.**

**Актуальность.** Растения рода антуриум, известные своими яркими цветами и декоративными листьями, занимают особое место в мире комнатного и садового цветоводства. Однако для успешного их культивирования необходимо глубокое понимание физиологических процессов, происходящих в этих растениях. Одним из ключевых аспектов, влияющих на рост и развитие антуриумов, является осмотическое давление – сила, которая регулирует движение воды и питательных веществ через клеточные мембраны.

Известно, что поступление воды в клетки зависит от величины их осмотического давления, поэтому при изучении водного режима необходимо определение этого показателя. Наиболее удобным методом его определения в полевых условиях является рефрактометрический, основанный на учете показателя преломления клеточного сока, зависящего от его концентрации.

В клетках осмотическое давление помогает поддерживать клеточный тургор, что критично для их нормального функционирования. Проведение опытов на осмотическое давление не только позволяет исследовать механизмы, обеспечивающие жизнедеятельность антуриумов. Понимание этих процессов помогает улучшить уход за растениями и повысить устойчивость антуриумов к стрессовым условиям, что особенно актуально в условиях изменения климата.

Ботаническая коллекция зимнего сада насчитывает более 550 таксонов растений закрытого грунта, относящихся к 98 семействам. Большинство из них относятся к растительности влажных тропических лесов и аридных местообитаний. Растения в коллекции зимнего сада расположены композиционно с учетом биогеографической и систематической принадлежности [1].

**Цель** – определить величину осмотического давления клеточного сока в листьях некоторых представителей рода *Anthurium* L.

**Материалы и методы.** Объектами исследования явились пять видов рода *Anthurium* L., произрастающих в зимнем саду отдела «Ботанические экспозиции»:

1) антуриум лазящий (*Anthurium scandens* (Aul.) Engl.) – лазящее эпифитное теневыносливое растение; корни толстые; стебель до 1 м длиной;



форма листьев зависит от разновидности и может быть как ланцетной, так и овальной. Листья кожистые, нижняя сторона листа покрыта мелкими черными пятнышками [2];

2) антуриум Андре (*Anthurium andraeanum* Linden ex Andre) – наземные и эпифитные растения; листья овально-ланцетные, с глубоко-сердцевидным основанием, 25–30 см длиной, 10–12 см шириной, свисающие книзу [3];

3) антуриум сердцевидный (*Anthurium cordatum* (L.) Schott) – лазящее эпифитное растение с обширными поддерживающими корнями, иногда на скалах, прямостоячее или стелющееся; листья сердцевидно-овальные [4];

4) антуриум Ольферса (*Anthurium olfersianum* Kunth) – стебель восходящий, толстый, разветвленный; листовые пластинки темно-зеленые сверху, блестящие, более светлые снизу [5];

5) антуриум многокасеченный (*Anthurium polyschistum* R. E. Schult.) – лиана с пальчаторассеченными листьями и тонкими стеблями [6].

Осмотическое давление клеточного сока определяли рефрактометрическим методом. Осмотическое давление рассчитывали по уравнению Вант-Гоффа:  $P = RTC_i$ , где  $P$  – осмотическое давление (атм.),  $R$  – газовая постоянная (0,082),  $T - t$  °C + 273 (K),  $C$  – молярная концентрация раствора (моль/л или М),  $i$  – изотонический коэффициент (для растворов неэлектролитов равен 1) [7].

**Результаты исследования.** Результаты проведенного исследования приведены в таблице.

Таблица – Осмотическое давление клеточного сока

Объект	Повторности	Концентрация сахарозы		Осмотическое давление, атм.	Среднее осмотическое давление
		%	м		
Антуриум многокасеченный	1	5,4	0,157	3,82	3,73
	2	5	0,146	3,57	
	3	5,4	0,157	3,82	
Антуриум лазящий	1	5,6	0,164	4,0	4,02
	2	5,6	0,164	4,0	
	3	5,7	0,166	4,06	
Антуриум Андре	1	3,6	0,105	2,56	2,56
	2	3,6	0,105	2,56	
	3	3,6	0,105	2,56	
Антуриум сердцевидный	1	3,3	0,096	2,35	2,29
	2	3,2	0,093	2,273	
	3	3,2	0,093	2,273	
Антуриум Ольферса	1	8,1	0,237	5,79	5,73
	2	8,0	0,233	5,7	
	3	8,0	0,233	5,7	

Как видим, наиболее высокое осмотическое давление наблюдается у *Anthurium olfersianum* Kunth (5,73 атм.), самый низкий показатель отмечен у *Anthurium cordatum* (L.) Schott (2,29 атм.).

**Заключение.** В результате проведенного исследования осмотического давления в листьях представителей видов рода *Anthurium* L., произрастающих в зимнем саду отдела «Ботанические экспозиции», можно сделать вывод, что высокое осмотическое давление может указывать на высокую концентрацию растворенных веществ в его клетках и, возможно, на его адаптацию к условиям с ограниченным доступом к воде и свидетельствовать о его способности эффективно удерживать воду, что важно в условиях, где доступ к воде может быть ограничен. Напротив, антуриумы с более низким осмотическим давлением (*Anthurium andraeanum* Linden ex Andre и *Anthurium cordatum* (L.) Schott) могут быть более чувствительными к засушливым условиям. Различия в осмотическом давлении могут также указывать на различия в физиологических процессах, таких как фотосинтез, транспирация и усвоение питательных веществ. Виды с высоким осмотическим давлением могут иметь более эффективные механизмы водопользования и питания, а также могут предпочитать более влажные условия, в то время как виды с низким осмотическим давлением могут быть лучше адаптированы к более сухим или переменным условиям.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колбас, А. П. Таксономический состав коллекций экспозиции «Зимний сад» Центра экологии учреждения образования «БрГУ имени А. С. Пушкина» / А. П. Колбас, Н. В. Шималов, И. Н. Яковук // Вучоныя запіскі Брэсцкага дзяржаўнага ўніверсітэта імя А. С. Пушкіна. – Брэст : БрДУ, 2016. – Вып. 12, ч. 2. – С. 52–67.
2. Сад от А до Я. – URL: [https://sagogorod.com/katalog/komnatnye\\_cvety/anthurium\\_scandens/](https://sagogorod.com/katalog/komnatnye_cvety/anthurium_scandens/) (дата обращения: 05.11.2024).
3. Антуриум Андре. – URL: <https://ru.m.wikipedia.org> (дата обращения: 05.11.2024).
4. *Anthurium cordatum* (L.) Schott. – URL: <https://www.gbif.org/ru/species/2872589> (дата обращения: 05.11.2024).
5. *Anthurium olfersianum* Kunth. – URL: <https://www.gbif.org/ru/species/2872668> (дата обращения: 05.11.2024).
6. Aroid. – URL: <https://aroid.ucoz.ru/index/0-108> (дата обращения: 05.11.2024).
7. Малый практикум по физиологии растений / В. М. Еремин, В. И. Бойко, Ю. Ф. Рой, С. В. Зеркаль. – Брест : Изд-во Брест. ун-та, 2000. – 88 с.

[К содержанию](#)

**Y. PENG**

Minsk, BSU

Supervisor – V. V. Demidchik, D. Sci., Prof.

## **COMPARISON OF TERPENOIDS IN *NAUCLEA OFFICINALIS* AND *PAEDERIA SCANDENS***

**Relevance.** The *Rubiaceae* plants are distributed throughout the world, with the greatest diversity found in tropical regions. They are commonly used as phytomedicine, for the content of a large amount of bioactive chemicals such as terpenoids. *Nauclea officinalis* and *Paederia scandens*, plants of the *Rubiaceae* family, are two traditional Chinese phytomedicine for the treatment of inflammatory diseases, like respiratory tract infections, diarrhea, and rheumatoid arthritis. However, there are few reports on the active chemicals in *Nauclea officinalis* and *Paederia scandens*.

**Objective.** This study mainly aims to explore the anti-inflammatory active terpenoids in *Nauclea officinalis* and *Paederia scandens*, and provide ideas for the development of new drugs.

**Material and Method.** 1. The stems and leaves of *Nauclea officinalis* and *Paederia scandens* were decocted 3 times. The decoctions were filtered, and the filtrate was concentrated to a transparent paste with a relative density of 1.07 at 60 °C. 2. UHPLC-ESI-QE-Orbitrap-MS (from Thermo Fisher) was utilized to identify the constituents of the extract. 100 µL of the extract was treated with 400 µL of methanol, vortexed for 10 min, and centrifuged at 4 °C for 10 min at 20,000 xg. The supernatant was analyzed by ESI in positive and negative ion modes within a scan range. 3. Import the collected mass spectra data into the mzCloud database. The database search algorithm compares the experimental mass spectra with the spectra in the database to identify potential matches. Compounds with a matching rate higher than 85 % in the mzCloud database were screened.

**Results.** 8 terpenoids were each found in *Nauclea officinalis* and *Paederia scandens*, among them, Arjungenin, Andrographolide, Asiatic acid and Loganin were both detected in two plants (Table 1 and Table 2). Lognin and Andrographolide can participate in cellular immune regulation through multiple targets to reduce the expression of proinflammatory interleukins in animal cells, exerting anti-inflammatory activity [1; 2]. Several pentacyclic triterpenoids (Bellericagenin B, 1β-Hydroxyeuscapic acid, 1-Oxohederagenin, Arjungenin and Asiatic acid) were discovered in *N. officinalis* and *P. scandens* (Table 1 and

Table 2). Pentacyclic triterpenoids are an important class of plant secondary metabolites. They have extensive pharmacological effects on human beings [3]. Moreover, the 10-O-trans-p-coumaroyl-scandoside was detected in *P. scandens* (Table 1 and Table 2), and the scandoside was found to inhibit the inflammatory genes in macrophages, exerting an anti-inflammatory effect [4].

Table 1 – Terpenoids in *Nauclea officinalis*

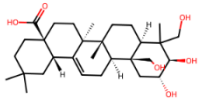
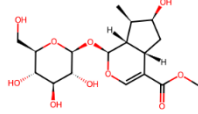
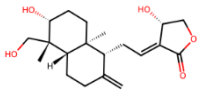
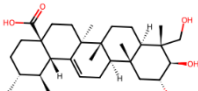
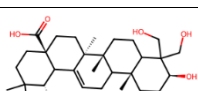
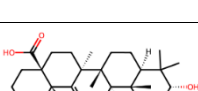
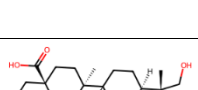
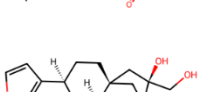
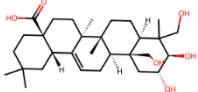
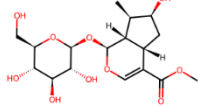
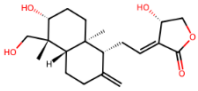
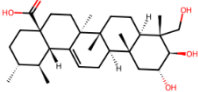
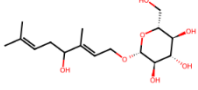
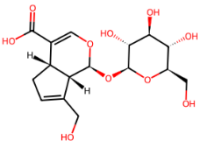
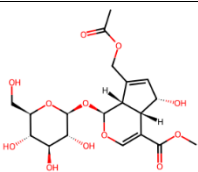
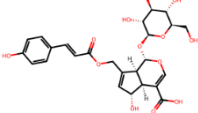
Identification	RT (min)	Formula	Structure
Arjungenin	16.82	C <sub>30</sub> H <sub>48</sub> O <sub>6</sub>	
Loganin	10.55	C <sub>17</sub> H <sub>26</sub> O <sub>10</sub>	
Andrographolide	17.72	C <sub>20</sub> H <sub>30</sub> O <sub>5</sub>	
Asiatic acid	17.76	C <sub>30</sub> H <sub>48</sub> O <sub>5</sub>	
Bellericagenin B	14.00	C <sub>30</sub> H <sub>48</sub> O <sub>7</sub>	
1β-Hydroxyeuscaphic acid	14.40	C <sub>30</sub> H <sub>48</sub> O <sub>6</sub>	
1-Oxohederagenin	18.50	C <sub>30</sub> H <sub>46</sub> O <sub>5</sub>	
Cafestol	19.00	C <sub>20</sub> H <sub>28</sub> O <sub>3</sub>	

Table 2 – Terpenoids in *Paederia scandens*

Identification	RT (min)	Formula	Structure
Arjungenin	16.42	C <sub>30</sub> H <sub>48</sub> O <sub>6</sub>	
Loganin	10.78	C <sub>17</sub> H <sub>26</sub> O <sub>10</sub>	
Andrographolide	17.68	C <sub>20</sub> H <sub>30</sub> O <sub>5</sub>	
Asiatic acid	18.22	C <sub>30</sub> H <sub>48</sub> O <sub>5</sub>	
Rosiridin	12.61	C <sub>16</sub> H <sub>28</sub> O <sub>7</sub>	
Geniposidic acid	7.70	C <sub>16</sub> H <sub>22</sub> O <sub>10</sub>	
Asperuloside acid	9.24	C <sub>18</sub> H <sub>24</sub> O <sub>12</sub>	
10-O-trans-p-coumaroyl-scandoside	1.47	C <sub>25</sub> H <sub>28</sub> O <sub>13</sub>	

**Conclusion.** It was determined that both *Nauclea officinalis* and *Paederia scandens* contain terpenoids with anti-inflammatory properties. Further studies are needed to fully understand the pharmacological activities and mechanisms of action of these terpenoids, as well as their potential applications in drug development.

## REFERENCES

1. Phytochemistry, synthesis, analytical methods, pharmacological activity, and pharmacokinetics of loganin: A comprehensive review / Fan Zhang, Yu Yan, Jia Zhang [et al.] // *Phytotherapy Research*. – 2022. – Vol. 36, № 6. – P. 2272–2299.
2. Andrographolide, an Anti-Inflammatory Multitarget Drug: All Roads Lead to Cellular Metabolism / R. A. Burgos, P. Alarcón, J. Quiroga [et al.] // *Molecules*. – 2020. – Vol. 26, № 1. – P. 5.

3. Natural products of pentacyclic triterpenoids: from discovery to heterologous biosynthesis / Y. Li, J. Wang, L. Li [et al.] // Natural Product Reports. – 2023. – Vol. 40, № 8. – P. 1303–1353.

4. Scandoside Exerts Anti-Inflammatory Effect Via Suppressing NF- $\kappa$ B and MAPK Signaling Pathways in LPS-Induced RAW 264.7 Macrophages / J. He, J. Li, H. Liu [et al.] // International Journal of Molecular Sciences. – 2018. – Vol. 19, № 2. – P. 457.

### [К содержанию](#)

УДК 502.175

**В. И. ПИНЧУК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – М. В. Левковская, старший преподаватель

## **ОЦЕНКА ЧИСТОТЫ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ПРОМЗОНЕ Г. ГОМЕЛЯ ПО СОСТОЯНИЮ ХВОИ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ**

**Актуальность.** Интенсивный процесс урбанизации привел к ряду экологических проблем, связанных с резким ухудшением качества окружающей среды, что вызывает необходимость объективной оценки ее современного состояния и познания механизмов функционирования систем в условиях техногенного стресса [1, с. 7].

Хвоя сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) чувствительна к различным загрязнениям воздуха, что объясняется большим сроком ее жизни и высокой степенью поглощения газов. Достоверным показателем конкретного уровня загрязнения атмосферы считаются следующие морфологические изменения состояния хвои: модифицированная окраска (хлороз), раннее увядание хвои, присутствие некротических пятен [2, с. 2].

**Цель** – определить состояние атмосферного воздуха в юго-западной части промышленной зоны г. Гомеля по морфологическим признакам хвои сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.).

**Материалы и методы.** Летом 2024 г. на территории юго-западной части промышленной зоны г. Гомеля осуществляли отбор хвои десяти деревьев сосны обыкновенной в пяти точках, расположенных на расстоянии 500–600 м в юго-западном направлении от Гомельского химического завода, и на контрольном участке (2,5 км от предприятия). Объем каждой выборки составил 200 хвоинок предыдущего года, общий объем исследованной выборки – 1200 хвоинок. Класс повреждения хвои (без пятен,

небольшое число мелких пятен, большое число черных и желтых пятен) и класс усыхания (без признаков усыхания, усыхание кончика хвоинки 2–5 мм, усыхание 1/3 хвоинки, усыхание всей или большей части хвоинки) определяли по общепринятой методике [3, с. 72–73]. Оценку степени загрязнения воздуха проводили по классу повреждения хвои на побегах второго года с учетом возраста хвои [3, с. 73].

**Результаты исследования.** Для оценки степени загрязнения атмосферного воздуха в условиях юго-западной части промышленной зоны г. Гомеля проведены исследования морфологических признаков повреждений и усыхания пяти выборок хвои сосны обыкновенной, а также одной – в контрольном насаждении.

Доля хвоинок сосны обыкновенной первого класса без признаков повреждения и усыхания в период исследований (2024 г.) составила 36,5 %, 38 %, 30 %, 28 %, 32,5 % в сравнении с контролем (55 %). Количество неповрежденных хвоинок сосны в контрольном варианте превышает данные вариантов опыта в 1,45–1,97 раза.

Таблица – Состояние хвои сосны обыкновенной на исследованной территории

Класс повреждения/усыхания	Точки отбора											
	1		2		3		4		5		Контроль	
Общее число хвоинок	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
	200	100	200	100	200	100	200	100	200	100	200	100
Класс повреждения												
1	130	65	110	55	97	48,5	119	59,5	122	61	158	79
2	8	4	10	5	95	47,5	81	40,5	8	4	42	21
3	62	31	80	40	8	4	0	0	70	35	0	0
Класс усыхания												
1	120	60	136	68	138	69	106	53	126	63	150	75
2	6	3	18	9	62	31	90	45	10	5	50	25
3	74	37	46	23	0	0	4	2	62	31	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0

По результатам анализа исследованных выборок установлено доминирование хвои без видимых повреждений (1 класс) на пяти исследованных участках – 65 %, 55 %, 48,5 %, 59,5 %, 61 %, на контрольном участке – 79 %. Доля хвои модельных деревьев сосны обыкновенной с признаками повреждений 2 и 3 класса варьирует от 35 до 51,5 % и составила 35 %, 45 %, 51,5 %, 40,5 % и 39 %, а в контрольном насаждении – 21 % (2 класс). Долевое участие хвои с повреждениями 2 класса: 4 %, 5 %, 47,5 %, 40,5 % и 4 %. Хвоя с хлорозами и некрозами 3 класса отсутствует в четвертой точке

и достигает максимального значения 40 % во второй точке отбора юго-западной части промышленной зоны, на первом, третьем и пятом участках – 31 %, 4 %, 35 %.

Анализ результатов показал, что доминирующая доля хвои сосны обыкновенной не имела признаков усыхания и составила 60 %, 68 %, 69 %, 53 %, 63 %, на контрольном участке превышает вышеперечисленные показатели – 75 %. Число хвоинок с признаками усыхания на пяти участках изменяется в пределах от 31 % (третий участок) до 40 % (первый участок) и составляет 40 %, 32 %, 31 %, 47 %, 37 %. Хвоинки с признаками усыхания всей или большей части отсутствуют в пяти исследованных точках, но доля данной группы равна 1 % в пятой точке отбора.

В анализируемой выборке контрольного насаждения доля хвои *Pinus sylvestris* с наличием повреждений и признаками усыхания составила 25 % и 21 % соответственно, все относились к 2 классу. Доля хвоинок с наличием некрозов и усыхания – 1,5 %.

Модельные деревья сосны обыкновенной, произрастающие на исследованной территории, имеют возраст хвои 2–3 года. С учетом возрастных характеристик и оценочной шкалы классов повреждения хвои на побегах второго года жизни, по результатам исследований морфологических признаков хвои на пяти участках состояние воздушной среды можно оценить как чистое, относительно чистое («норма») на участках 3, 4; относительно чистое – на участках 2, 5, относительно чистое, загрязненное («тревога») – на участке 1. Состояние атмосферного воздуха на контрольном участке – чистое (I–II класс).

Следует отметить возможное влияние техногенных нагрузок от стационарных источников загрязнения (промышленные предприятия), расположенных на территории промзоны [1].

**Заключение.** Состояние атмосферного воздуха в условиях юго-западной части промышленной зоны г. Гомеля соответствует II–IV классам чистоты.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авдеева, Е. В. Биоиндикация урбозкосистем по морфологическим признакам хвойных растений / Е. В. Авдеева, А. И. Панов // Хвойные бореальной зоны. – 2017. – Т. XXXV, № 1–2. – С. 7–14.

2. Биоиндикация качества атмосферного воздуха по состоянию хвои *Pinus sylvestris* L. в условиях города Орска Оренбургской области / Г. П. Алехина, С. В. Хардикова, Ю. П. Верхошнцева [и др.] // АгроЭкоИнфо : электрон. науч.-производ. журн. – 2021. – № 2. – URL: [http://agroecoinfo.narod.ru/journal/СТАТУИ/2021/2/st\\_203.pdf](http://agroecoinfo.narod.ru/journal/СТАТУИ/2021/2/st_203.pdf) (дата обращения: 28.10.2024). – DOI: 10.51419/20212203.



3. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование : учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений / О. П. Мелехова, Е. И. Егорова, Т. И. Евсева [и др.] ; под ред. О. П. Мелеховой и Е. И. Егоровой. – М. : Академия, 2007. – 288 с.

[К содержанию](#)

УДК 57.084.1

**Д. А. ПРИЛИЩ**

Минск, БГУ

Научный руководитель – А. О. Логвина, канд. биол. наук, доцент

**ВВЕДЕНИЕ ДУШИЦЫ ОБЫКНОВЕННОЙ  
(*ORIGANUM VULGARE L.*) В КУЛЬТУРУ *IN VITRO***

**Цель** исследования заключалась во введении душицы обыкновенной в культуру *in vitro*.

**Актуальность.** Выращивание растительных клеток является одним из ключевых направлений в современной биотехнологии как в практических областях, так и в экспериментальных исследованиях. Основу этого направления составляют методы культивирования клеток растений, которые играют важную роль в развитии биотехнологии. Постоянно увеличивается количество растений, используемых в технологии *in vitro*, что позволяет ученым разрабатывать новые методы получения клеточных культур и полезных веществ, синтезируемых ими. Наибольший интерес для введения в культуру *in vitro* представляют экономически важные растения, обладающие ценными лекарственными и (или) питательными свойствами. Одним из таких растений является душица обыкновенная (*Origanum vulgare L.*), имеющая в своем составе не только большое количество витаминов, микро- и макроэлементов, но и вторичных метаболитов, обладающих антиоксидантной активностью.

Душица обыкновенная, или орегано (*Origanum vulgare L.*), – вид многолетних травянистых растений, представитель семейства *Lamiaceae* (Яснотковые) рода *Origanum* (Душица), родом из Юго-Западной Азии и Северной Африки. Душица обыкновенная имеет богатый биохимический состав. Практически все органы растения имеют в составе розмариновую кислоту, эриоцитрин, лютеолин-7-О-гликозид (цинарозид), апигенин-7-О-гликозид, ориганол А и В и урсоловую кислоту. Душица содержит дубильные вещества. Сырье содержит 0,3–1,2 % эфирного масла. Эфирное масло, получаемое из растения, – бесцветное или желтоватое, имеет характерный

запах. Эфирные масла с высоким содержанием карвакрола превосходят по своим бактерицидным свойствам многие существующие антибиотики, а по противоаллергическим – антигистаминные препараты.

Душица обыкновенная вызывает большой интерес в научных кругах и фармацевтической промышленности из-за своих антиоксидантных, противогрибковых и противоопухолевых свойств. В настоящее время вегетативные части и биохимические экстракты душицы обыкновенной используются в пищевой промышленности и производстве специй. Она обладает множеством биологических свойств, таких как инсектицидное, отхаркивающее, антимикробное, противогрибковое, противовоспалительное и антиоксидантное. Таким образом, получение объектов *in vitro* душицы обыкновенной для дальнейшего развития биотехнологий для данного объекта видится актуальной задачей.

**Материалы и методы.** Для получения асептически выращенных проростков душицы обыкновенной применяли безгормональную половинную основную питательную среду Мурасиге и Скуга (далее – МС). Для приготовления плотной среды был использован агар в концентрации 8,0 г/л. Использовали семена сорта Розовая фея (МинскСортНасенАгародніна).

**Результаты исследования.** Первым этапом работы являлась стерилизация семян душицы обыкновенной. Стерилизация семян включала их предварительную обработку 70 %-м этанолом в течение 5 минут. Дальнейшая стерилизация проводилась в условиях ламинар-бокса. В ходе основного этапа стерилизации семена переносили в 20 %-й раствор дезинфицирующего средства Domestos на 5 минут, процедуру повторяли трехкратно. На этапе постстерилизации проводили отмывку объекта от стерилизующего раствора тремя порциями стерильной дистиллированной воды. Вода на данном этапе заменялась на новую порцию каждые 10 минут. После стерилизации семена были перенесены на чашки Петри с плотной половинчатой питательной средой МС. Среднее количество семян на чашку составляло 50 штук.

Чашки Петри были помещены в термостат при 26 °С. Появление проростков было отмечено на 7-е сутки (фото, а). Во всех вариантах была сохранена стерильность, что свидетельствует о 100 %-й эффективности стерилизации. Однако всхожесть семян, подвергнутых стерилизации, оказалась невысокой, около 43 %. Вероятно, данный режим стерилизации оказался слишком жестким для мелких семян душицы. В последующих экспериментах концентрация основного стерилизующего агента (средства Domestos) и время воздействия будет уменьшена для получения большего процента всхожести.

Для поддержания культуры проростки из чашек Петри были пересажены во флаконы на 9 суток. Состав питательной среды не изменялся.

Проросткам понадобилось около четырех дней, чтобы привыкнуть к новым условиям.

На фото, б представлен внешний вид стерильных растений в процессе роста.



а



б

Фото – Внешний вид прорастающих простерилизованных семян (а) и одномесячных проростков (б) душицы обыкновенной, выращиваемых в асептических условиях

**Заключение.** Таким образом, проведена стерилизация семян душицы обыкновенной сорта Розовая фея и оценена эффективность использованного режима стерилизации (включающего применение 70 %-го этилового спирта и 20 %-го средства Domestos). Показано, что данный режим стерилизации оказался эффективным в отношении обеззараживания семян (100 %-я эффективность стерилизации), однако всхожесть простерилизованных семян составила 43 %, что требует «смягчения» условий стерилизации. В ходе проведенной работы получены асептически выращенные растения душицы обыкновенной. Основная цель работы на данном этапе достигнута – асептически выращенные растения душицы получены. В дальнейшем с использованием полученных проростков планируется инициация линий каллусных культур, а также осуществление микроклонального размножения душицы обыкновенной используемого в работе сорта.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Pezzani, R. Bioactivities of *Origanum vulgare* L.: an update / R. Pezzani, S. Vitalini, M. Iriti // *Phytochemistry Reviews*. – 2017. – Vol. 16. – P. 1253–1268.

2. Murashige, T. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures / T. Murashige, F. Skoog // *Physiologia Plantarum*. – 1962. – Vol. 15 (13). – P. 473–497.

### К содержанию

УДК 632.9:631.1

**Е. А. ПТАШИЦ**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – И. Д. Лукьянчик, канд. с.-х. наук, доцент

## **ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ПРОРАСТАЮЩИХ СЕМЯН ОВСА СОРТА ЛИДИЯ К ПРИСУТСТВИЮ В ПОЧВЕ ГЕРБИЦИДА «БОКСЕР-КЭ»**

**Актуальность.** Гербициды применяются для борьбы с сорняками, что значительно увеличивает урожайность и снижает расходы на обработку посевов. Однако излишнее использование гербицидов приводит к изменению химического и биологического состава почвы, что негативно сказывается на ее урожайности и экологическом состоянии. Воздействие гербицидов на сельскохозяйственные растения является сложным и требует разработки новых, научно обоснованных методов для сохранения урожая [1]. Проблема при разработке оптимальных режимов агротехнологий при использовании гербицидов заключается в необходимости количественной оценки степени повреждения гербицидами растений, которые могут обладать варьированием признака устойчивости [2; 3].

**Цель** – определить чувствительность прорастающих семян овса сорта Лидия к присутствию гербицида «Боксер-КЭ» в почве по ряду морфобиологических параметров развития и оценить фитотоксичность почвы с гербицидом по исследуемым параметрам.

**Материалы и методы.** Объект исследования – гербицид довосходовой обработки «Боксер-КЭ» (производитель – фирма «Сингента», Швейцария, действующее вещество – просульфокарб). Тест-объект – овес посевной (*Avena sativa* L.) сорта Лидия, районированный для всех областей Республики Беларусь.

Материалы исследований – раствор гербицида (1,6 г/л), почва («Торфогрунт универсальный. Фаско»), семена овса. Фитотестирование проводили в чашках Петри, куда помещали по 50 г почвы. Почва равномерно увлажнялась и при помощи распылителя обрабатывалась следующими вариантами растворов (по 4 мл): 1) контроль (вода); 2) раствор гербицида (из расчета 0,05 л/м<sup>2</sup> в одну чашку Петри вносили 0,32 мл приготовленного

раствора). Обработанную почву накрывали фильтровальной бумагой и размещали на нее по 20 семян овса (повторность трехкратная). Чашки Петри с семенами размещали в термостат при температуре  $23 \pm 0,2^\circ \text{C}$ .

Критерии оценки – лабораторная всхожесть семян (согласно СТБ 1073-97), длина зародышевых корешков и стебельков, их сухая масса, фитотоксичность по данным параметрам ( $100 \% \times (\text{контроль} - \text{опыт}) / \text{контроль}$ ). Фитотоксичность почвы оценивалась как ингибирование морфометрических показателей на 20 % и более. Статистическая обработка результатов проводилась в программе Microsoft Office Excel.

**Результаты исследования.** Гербицид «Боксер-КЭ» предназначен для удаления сорной растительности как среди двудольных овощных культур, так и среди зерновых, к которым относится овес *Avena sativa L.* В связи с существованием явления сортовой чувствительности культурных растений к внесению гербицидов нами был выбран один из распространенных сортов овса – Лидия.

Анализ лабораторной всхожести прорастающих семян (таблица) показал, что добавление в почву гербицида достоверно снижало данный показатель на 45,46 % по отношению к контролю.

Гербицидочувствительность зародышевых корешков и проростков оказалась еще более выраженной. Так, среднее значение длин опытных корешков достигало  $6,03 \pm 1,48$  мм, при том что в контроле этот показатель составлял  $86,01 \pm 15,51$  мм, а проростков –  $2,20 \pm 0,69$  мм в опыте и  $62,91 \pm 9,47$  мм в контроле. Сильное ингибирование развития корневой системы и стебельков прорастающих семян на почве с гербицидом подтвердилось также при оценке массы 100 корешков (стебельков) (таблица).

Таблица – Влияние обработки почвы раствором гербицида «Боксер-КЭ» на всхожесть семян, рост и массу зародышевых корешков и проростков овса полевого сорта Лидия

Критерии оценки		Варианты опыта	
		Контроль	Боксер-КЭ
Всхожесть, Хср. $\pm$ m, %		$91,67 \pm 6,01$	$41,67 \pm 4,41^*$
Длина, Хср. $\pm$ m, мм	зародышевых корешков	$86,01 \pm 15,51$	$6,03 \pm 1,48^*$
	проростков	$62,91 \pm 9,47$	$2,20 \pm 0,69^*$
Сухая масса, Хср. $\pm$ m, мг	100 зародышевых корешков	$324,24 \pm 15,19$	$21,04 \pm 2,27^*$
	100 проростков	$714,24 \pm 55,33$	$19,87 \pm 11,91^*$

Примечание – \* – достоверно при уровне значимости  $p < 0,05$ .

Об общей степени фитотоксичности исследуемого гербицида в отношении прорастающих семян овса сорта Лидия можно судить исходя из данных, представленных на рисунке.

Согласно шкале фитотоксичности негативное влияние на всхожесть было средним, а на длину и массу формирующихся вегетативных частей при прорастании семян – максимальным (величина фитотоксичности находилась в пределах 90,3–97,2 %).

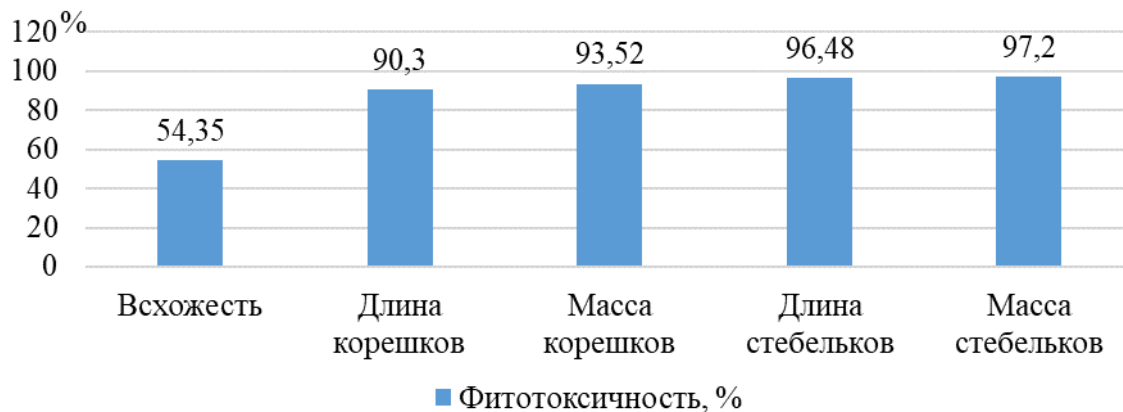


Рисунок – Фитотоксичность почвы с содержанием гербицида «Боксер-КЭ» для овса сорта Лидия по морфобиологическим показателям развития прорастающих семян

**Заключение.** Таким образом, проведенные лабораторные исследования показали, что овес посевной (*Avena sativa* L.) сорта Лидия проявил высокую чувствительность на стадии прорастания семян к присутствию в почве гербицида «Боксер-КЭ», что проявилось в высоких показателях фитотоксичности обработанной почвы в отношении всхожести семян (средняя степень) и максимально высоких (более 90,03 %) – в отношении длины и сухой массы зародышевых корешков и проростков. Использование данного гербицида в посевах овса сорта Лидия неэффективно, так как просульфокарб, составляющий основу препарата, угнетает процессы при прорастании семян.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дворянкин, Е. А. Фитотоксичность и скорость разложения гербицидов в почве и растениях / Е. А. Дворянкин // Сахарная свекла. – 2003. – № 2. – С. 27–28.
2. Долганова, Д. А. Оценка фитотоксичности гербицидов / Д. А. Долганова, И. С. Коротченко // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. – 2023. – № 1. – С. 123–126.
3. Куликова, Н. А. Гербициды и экологические аспекты их применения / Н. А. Куликова, Г. Ф. Лебедева. – М. : Либроком, 2010. – 150 с.

[К содержанию](#)

**А. В. РАПИНЧУК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ГУМИНОВОЙ ФРАКЦИИ  
ГУМУСОВЫХ ВЕЩЕСТВ (НА ПРИМЕРЕ КРЕСС-САЛАТА)**

**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]. В экологическом отношении основой этой сложной системы соединений являются гуминовые вещества, обладающие способностью связывать различные классы экотоксикантов, выполняя функцию естественных детоксикантов. Помимо этого, гуминовые вещества являются выраженными биологически активными веществами и используются в сельском хозяйстве в качестве стимулятора роста растений. Тем не менее положительное влияние гуминовых веществ исследуется преимущественно в составе комплекса гумусовых веществ, экстрагированных из органического субстрата различного происхождения. Исследований, направленных на изучение биологической активности именно гуминовых веществ, значительно меньше, чем и обусловлена актуальность нашей работы.

**Целью** наших исследований является оценка биологической активности экспериментального гуминового препарата, состоящего преимущественно из гуминовых веществ, по отношению к кресс-салату.

**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 оксидата торфа использовали метод, основанный на последовательной обработке сырья серной кислотой с последующим разделением гуминовых и фульвокислот. 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. Фильтр с осадком доводили до воздушно-сухого состояния.

Для оценки биологической активности полученных гуминовых препаратов готовили рабочий раствор (0,554 г/л).

Исследование биологической активности проводили с использованием чашек Петри на двойном слое плотной фильтровальной бумаги. В качестве тест-объекта применяли кресс-салат сорта Обычный. В каждую чашку Петри помещали по 10 мл раствора, в котором содержалось от 1 до 5 мл рабочего раствора в зависимости от варианта. В качестве контроля использовался вариант с дистиллированной водой. На дно чашек Петри укладывали фильтровальную бумагу в два слоя и равномерно выкладывали по 10 семян тест-культуры. Повторность опыта трехкратная.

**Результаты исследования.** Использование экспериментального препарата ГВ способствовало увеличению нормально проросших семян кресс-салата как на 3-й день, так и на момент регистрации показателя всхожести (ВС). Наиболее существенный прирост доли нормально проросших семян отмечен в вариантах 3 и 5 мл рабочего раствора в чашке Петри, где количество проросших семян на 5-й день достигало 100 %, тогда как аналогичный показатель в контроле составил всего 70 %. В вариантах с дозой ГВ 1 мл, 3 мл, 4 мл и 5 мл максимального значения – 100 % – достиг лишь показатель энергии прорастания, превысив таким образом значение в контрольном варианте на 25 % (рисунок 1).

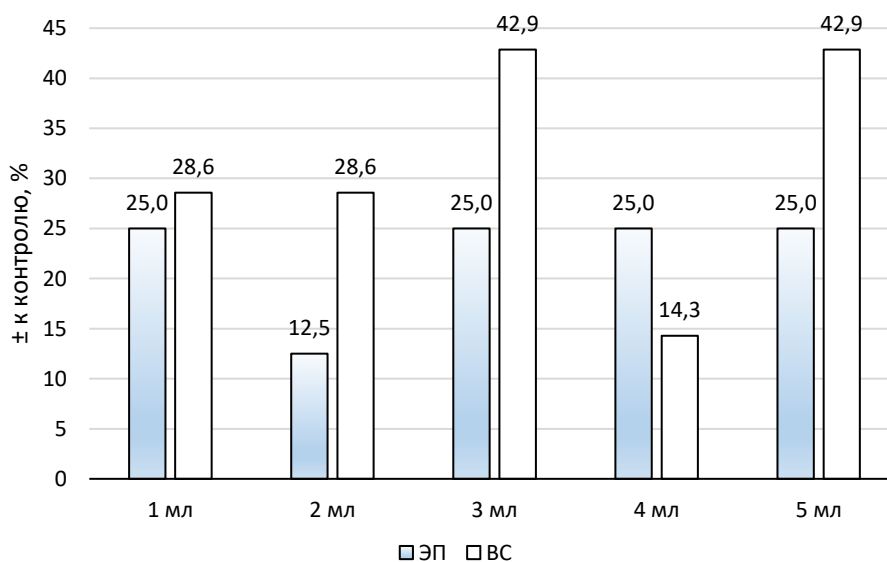


Рисунок 1 – Влияние раствора ГВ на посевные качества семян кресс-салата



Анализ изменения морфометрических показателей под влиянием различных концентраций препарата ГВ показывает, что наиболее чувствительным параметром к препарату была длина корня тест-объекта. В варианте с концентрацией ГВ 4 мл рабочего раствора зарегистрирован максимальный стимулирующий эффект как в отношении корня (+61 %), так и в отношении длины стебля (+5,1 %) (рисунок 2). При этом следует отметить, что превышение длины стебля относительно контроля было только в варианте с 4 мл ГВ.

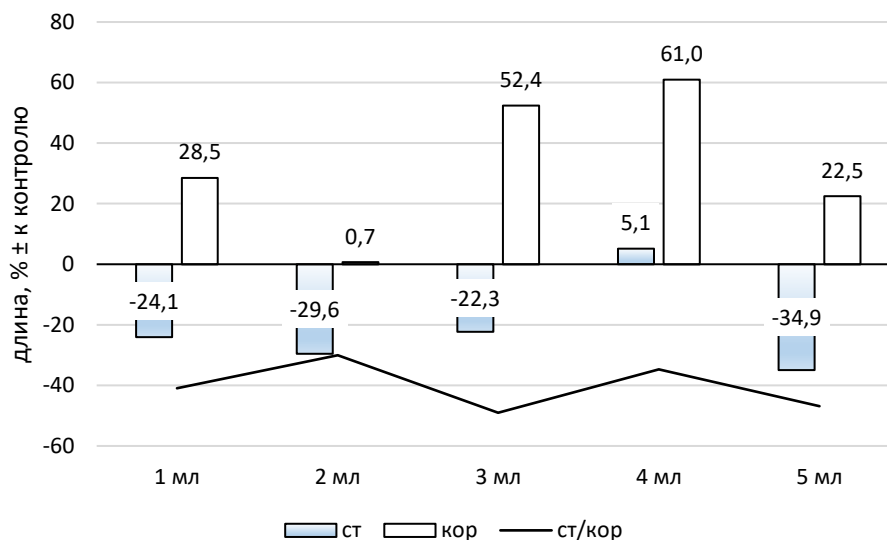


Рисунок 2 – Влияние раствора ГВ на морфометрические показатели проростков кресс-салата

**Выводы.** Гуминовые кислоты, выделенные из коммерческого препарата оксидата торфа, обладают выраженной биологической активностью. Наибольшее положительное влияние ГВ проявляется в стимулировании показателей всхожести и энергии прорастания. Интенсивность стимулирующего влияния гуминовых кислот на длину побегов и накопление сырой биомассы проростков зависит от концентрации препарата в растворе и имеет максимум при концентрации экспериментального препарата 4 мл/л.

*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 57.014

**Н. А. СЕЛЮК**

Минск, БГУ

Научный руководитель – А. О. Логвина, канд. биол. наук, доцент

### **ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ФИТОГОРМОНОВ В ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ НА МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СУСПЕНЗИОННОЙ КУЛЬТУРЫ РОЗМАРИНА ЛЕКАРСТВЕННОГО (*ROSMARINUS OFFICINALIS* L.)**

**Актуальность.** Розмарин лекарственный – ценное пряно-ароматическое растение из семейства яснотковых. Розмарин находит широкое применение в медицине и пищевой промышленности, так как содержит множество биологически активных веществ. В его состав входят фенольные соединения, алкалоиды, эфирные масла, дубильные вещества, витамины. Лекарственные препараты на основе розмарина как растительного сырья широко используются в медицине тканей [1]. Метод культуры клеток лекарственных растений подразумевает выращивание клеток, тканей и органов на искусственной питательной среде в асептических условиях. Культуры клеток растений, выращенные в условиях *in vitro*, как и клетки растения, могут синтезировать биологически активные вещества, которые широко применяются в различных сферах. Культура клеток растений очень часто находит широкое применение в различных исследованиях.

Наиболее перспективными культурами клеток *in vitro* считаются суспензионные культуры. Основными преимуществами данного вида культивирования являются простота замены питательной среды, легкость культивирования, малый период удвоения биомассы.

**Целью** данной работы было инициировать суспензионную культуру розмарина лекарственного и изучить влияние фитогормонального состава среды на морфофизиологические характеристики полученной суспензии клеток.

**Материалы и методы.** Для получения суспензионной культуры розмарина лекарственного ткань каллус рыхлого типа помещали в жидкую

питательную среду. Культивирование производилось на стандартной питательной среде Мурасиге и Скуга с добавлением 3 % сахарозы и фитогормонов 2,4-Д и 6-БАП в концентрации 3 мг/л (данный состав среды, но с добавлением агара использовался для культивирования каллуса).

Для суспензионной культуры провели оптимизацию фитогормонального состава среды с целью стимуляции роста. Опробованные комбинации фитогормонов приведены в таблице.

Таблица – Гормональный состав питательных сред

Вариант среды	ИУК, мг/л	Кинетин, мг/л
1	1,0	1,0
2	1,0	2,0
3	2,0	1,0
4	2,0	2,0

После приготовления питательных сред осуществлялась стерилизация методом автоклавирования (30 минут при 0,5 атм), рН сред до автоклавирования составляла 5,6–5,8. После переноса суспензии в новые порции питательных сред культивирование проводилось при комнатной температуре на орбитальном шейкере (160 об/мин).

На 14-е сутки культивирования определяли следующие характеристики инициированной суспензии: морфологию клеток, степень агрегированности, жизнеспособность (окрашивание витальным красителем нейтральным красным), ростовые показатели тканей [2] (индекс роста, удельная скорость роста, время удвоения биомассы).

**Результаты исследования.** В ходе изучения морфологических признаков суспензионной культуры было установлено следующее: в культуре обнаруживались крупные, средние и мелкие агрегаты, а также одиночные клетки. По степени агрегированности суспензионная культура является средне агрегированной. По мере культивирования степень агрегированности снижается. Культура характеризуется отсутствием трахеидоподобных элементов, клетки имеют округлую и овальную форму, иногда встречаются клетки неправильной формы (рисунок). Культура высоко жизнеспособная (большинство клеток окрашивается нейтральным красным в красный цвет).

Показано, что гормональный состав питательной среды оказывает влияние на размер клеточных агрегатов и форму клеток. Преобладание среди клеточных фракций одиночных клеток и мелких агрегатов наблюдалось для вариантов сред, включающих 1,0 мг/л ИУК, 2,0 мг/л кинетина и 2,0 мг/л ИУК, 2,0 мг/л кинетина.

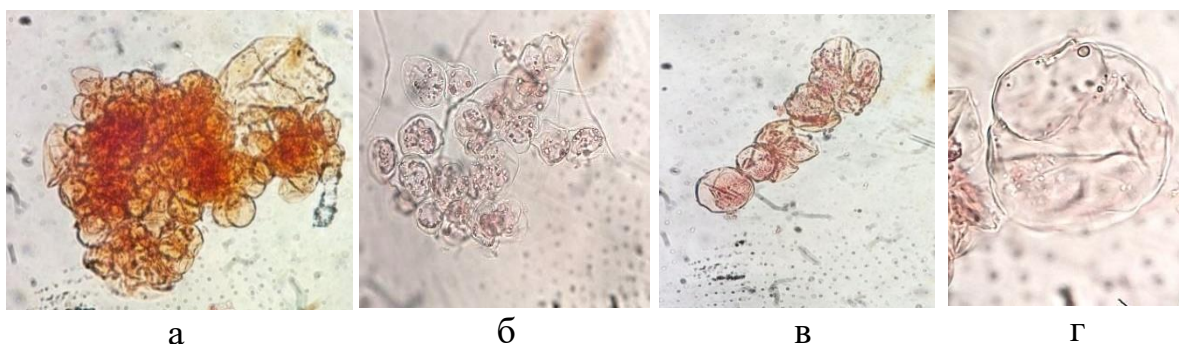


Рисунок – Изображения клеток суспензионной культуры розмарина лекарственного (окрашивание нейтральным красным): а – крупный агрегат, б – средний агрегат, в – мелкий агрегат, г – одиночная клетка

Ростовые показатели определяли на 10-е сутки в пассажах для сырой и сухой биомассы клеток. Более высокие значения ростовых показателей обнаруживались для варианта среды, включающего 2,0 мг/л ИУК и 1,0 мг/л кинетина – удельная скорость роста составляла  $0,146 \pm 0,015$  и  $0,251 \pm 0,020 \text{ сут}^{-1}$  для сырой и сухой биомассы соответственно.

**Заключение.** Таким образом, показано, что среди протестированных на данный момент вариантов питательных сред комбинация, включающая 2,0 мг/л ИУК и 1,0 мг/л кинетина, является предпочтительной для поддержания более высоких показателей роста. При этом наименьшая степень агрегированности характерна для вариантов, дополненных 1,0 мг/л ИУК, 2,0 мг/л кинетина и 2,0 мг/л ИУК, 2,0 мг/л кинетина.

В этой связи необходимо проведение дальнейших экспериментов по оптимизации состава среды, чтобы добиться одновременного повышения скорости прироста биомассы и понижения степени агрегированности суспензионной культуры розмарина лекарственного.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Sepide, M. An Evidence-Based Review on Herbal Remedies of *Rosmarinus officinalis* / M. Sepide // Der Pharm. – 2016. – Vol. 8. – P. 426–436.
2. Калинин, Ф. Л. Методы культуры тканей в физиологии и биохимии растений / Ф. Л. Калинин, В. В. Сарнацкая, В. Е. Полищук. – Киев : Наук. думка, 1980. – 488 с.

[К содержанию](#)

**Е. А. СОВЕНОК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

## **ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗРАСТАНИЯ СФАГНОВ В РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВАХ ОКРЕСТНОСТЕЙ ОЗ. ЛЮБАНЬ КОБРИНСКОГО РАЙОНА**

**Актуальность.** Сфагновые, торфяные или белые, мхи обычно выступают в качестве доминантов и эдификаторов торфяных болот, которые можно встретить на территории практически всех географических зон и поясов. Растут на болотах, в заболоченных и заболачивающихся лесах, на лугах. К факторам, ограничивающим распространение, относится сокращение болот в результате хозяйственного пользования и в результате эвтрофикации прилегающих к болотам земель [1].

Интенсивная осушительная мелиорация земель, осуществлявшаяся в XX в. на территории Белорусского Полесья, имела значительные экологические последствия. Мелиорированные массивы оказали воздействие на прилегающие естественные экосистемы [2]. Подсушка болотных экосистем способствовала развитию сообществ мезофитных и ксерофитных видов, в том числе замене сфагновых мхов зелеными мхами в напочвенном покрове.

**Цель исследования** – установить возможность произрастания сфагнов в фитоценозах окрестностей оз. Любань Кобринского района.

**Материалы и методы.** Полевые исследования проводились в 2024 г. в окрестностях оз. Любань, которое располагается в 8 км на северо-востоке от аг. Дивин. Озеро является самым крупным в Кобринском районе, имеет ледниковое происхождение. Водосбор озера – плоская заболоченная равнина. Озеро окружено сосняками, которые, как и в Беларуси в целом, являются основной лесной формацией.

Почвообразующими породами в южной части Кобринского района, где находится территория исследования, являются связные, мелкозернистые пески, сменяющиеся с глубиной алювиальными песками, местами – мореной.

За период 2004–2005 гг. произошло наиболее значительное сокращение доли болот, которое составило 2,5 %, и увеличение доли лесных площадей и кустарников, что связано с зарастанием болот [3].

Для таксономической идентификации мохообразных готовили временные микропрепараты различных частей растения (стеблей, листьев)

и рассматривали их под микроскопом, при этом руководствовались классификацией, приведенной в издании «Флора Беларуси. Мохообразные» (2004–2009) [4].

**Результаты исследования.** В окрестностях оз. Любань сосняки являются основной лесной формацией, при этом преобладают сосняки мшистые. В сосняках мшистых древостой образуют *Pinus sylvestris* L. и *Betula pendula* Roth. (9С1Б<sub>(6)</sub>). Основу подроста составляет *Pinus sylvestris* L. Подлесок развит слабо и представлен *Frangula alnus* Mill. и *Sorbus aucuparia* L. Живой напочвенный покров состоит из травянисто-кустарничкового и мохово-лишайникового ярусов. Травянисто-кустарничковый ярус развит слабо, его формируют *Pteridium aquilinum* L., *Vaccinium myrtillus* L., *Vaccinium vitis-idaea* L., *Calluna vulgaris* L., *Lycopodium clavatum* L. В составе мохово-лишайникового яруса на зеленые мхи (*Pleurozium schreberi* Mitt., *Hylocomium splendens* Schimp, *Polytrichum commune* Hedw., *Dicranum scoparium* Hedw., *Climacium dendroides* Web.) приходится до 80–85 % площади, на кустистые лишайники рода *Cladonia* – 10–15 %, а также до 5 % приходится на обнаженную почву.

Среди сосняков мшистых на правом берегу оз. Любань, в 1,5–2 км от детского оздоровительного лагеря «Волна», обнаружен карьер, в котором ранее осуществлялась добыча песка.

Карьерные комплексы относятся к антропогенным экотопам, нехарактерным для местного ландшафта. Их флора формируется спонтанно в результате заноса местных и адвентивных видов. Изучение процессов самозаращения карьеров и отвалов, восстановления растительности относится к актуальным проблемам ботанико-экологических исследований [5].

В котловине выявленного карьера, где очень близко к поверхности залегают грунтовые воды, сформировалось застойное увлажнение, что обычно создает условия для самопроизвольного зарастания гидрофильными видами растений. В данном исследовании установлено, что плоская котловина карьера покрыта сфагнами, мутовчато-ветвистые дерновинки которых образуют сплошной моховый покров. Занос спор сфагнов наиболее вероятен с заболоченных территорий, расположенных восточнее, рядом с аг.Ореховский.

В данных условиях установлено произрастание двух видов рода *Sphagnum*, в том числе из состава секции *Squarrosa* – типовой вид *Sphagnum squarrosum* Crone in Hoppe, из секции *Acutifolia* – *Sphagnum girgensohnii* Russ.

*Sphagnum squarrosum* является часто встречающимся на территории Беларуси видом. Обычно вид заселяет несколько обедненные элементами питания эвтрофные и мезотрофные болота, окраины олиготрофных болот, сплавины, заболоченные луга, черноольшаники, березняки, сосново-березовые леса. Растения крупные, светло-зеленые до сизоватых, в дерновинках.

Стеблевые листья продолговато-языковидные, на верхушке и отчасти по бокам бахромчатые. Веточные листья очень вогнутые, из широкояйцевидного основания сужаются в треугольную длинную зубчатую верхушку.

*Sphagnum girgensohnii* предпочитает мезотрофные и эвтрофные, преимущественно лесные болота, сырые и заболоченные леса, особенно еловые и елово-широколиственные. Вид нередко встречается по всей территории. Растения средней величины, в рыхлых, высоких дерновинках, зеленые до желтоватых и бурых, сухие – жесткие, неблестящие. Стеблевые листья языковидные, на усеченной части широкозакругленной верхушки – бахромчатые, с сильно расширенной книзу каймой. Веточные листья черепитчато-налегающие, яйцевидно-ланцетные.

**Заключение.** Таким образом, на исследованной территории выявлены два вида сфагнид – *Sphagnum squarrosum* и *Sphagnum girgensohnii*, которые можно оценить как мезотрофных гигрофитов, занимающих жизненную стратегию бриовиолентов.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабешина, Л. Г. Сфагновые мхи Западно-Сибирской равнины: морфология, анатомия, экология и применение в медицине : автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 03.02.01 / Бабешина Лариса Геннадьевна ; Нац. исслед. Том. гос. ун-т. – Томск, 2011. – 38 с.

2. Шавлинский, О. А. Мелиорация Полесья как фактор антропогенной трансформации природных ландшафтов / О. А. Шавлинский, В. В. Васильев // Экологические проблемы Полесья и сопредельных территорий : материалы I Междунар. науч.-практ. конф. – Гомель, 1999. – С. 174–176.

3. Устойчивое развитие: экологические проблемы : сб. материалов IV регион. науч.-практ. конф., Брест, 22 нояб. 2012 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: И. В. Абрамова, О. И. Грядунова, В. А. Мороз. – Брест : БрГУ, 2013. – 90 с.

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

5. Борисова Е. А. Особенности флоры песчаных карьеров Ивановской области / Е. А. Борисова // Экология и география растений и растительных сообществ : материалы IV междунар. науч. конф. – Екатеринбург, 2018. – С. 102–106.

[К содержанию](#)

**Ю. С. СУКАЧ**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – И. Д. Лукьянчик, канд. с.-х. наук, доцент

## **ОЦЕНКА УРОВНЯ ФИТОТОКСИЧНОСТИ ГЕРБИЦИДА «ЛАЗУРИТ» В ОТНОШЕНИИ ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН КУКУРУЗЫ ГИБРИДНОГО СОРТА КВС КАВАЛЕР**

**Актуальность.** Гербициды – химические вещества, предназначенные для уничтожения сорняков и других растительных объектов, однако при неправильном применении могут нанести вред не только целевым объектам, но и окружающей среде. Оценка фитотоксичности гербицидов является важным этапом в процессе их разработки и использования [1].

Фитотоксичность – это способность химического вещества, в частности гербицида, оказывать отрицательное воздействие на растительный организм. Она определяется на основе ряда показателей, таких как степень повреждения растений, скорость их роста и развития, урожайность и качество продукции. Оценка фитотоксичности проводится на основе серии лабораторных и полевых экспериментов [2]. В ходе лабораторных исследований изучается влияние гербицида на рост и развитие растений при различных концентрациях и дозировках. В полевых условиях оцениваются эффективность гербицида при его применении на реальных объектах и его воздействие на окружающую среду. Результаты оценки фитотоксичности гербицидов позволяют разработчикам и производителям выбрать наиболее безопасные и эффективные средства для борьбы с сорняками. Также это помогает сельскому хозяйству и другим отраслям, где используются гербициды, избежать потенциальных экологических проблем и повысить качество продукции [3].

Ежегодно на рынке семенной продукции появляются новые сорта сельскохозяйственных культур. В большинстве своем это гибриды, которые имеют широкий размах изменчивости по различным признакам, в том числе и по чувствительности к гербицидам. Таким образом, определение фитотоксичности гербицидов к новым сортам гибридов на сегодняшний день является актуальным.

**Цель** – оценка уровня фитотоксичности гербицида «Лазурит» в отношении прорастания семян кукурузы гибридного сорта KWS Cavalier.

**Материалы и методы.** Исследования проводились в 2024 г. на базе кафедры биологических и химических технологий факультета естествознания Брестского государственного университета имени А. С. Пушкина.



Объект исследований – гербицид «Лазурит» (действующее вещество метрибузин (700 г/кг), производитель – АО «Август», Россия), тест-объект – кукуруза *Zea mays* L. сорта КВС Кавалер, среднеранний простой гибрид преимущественно на зерно (рег. 2020 г., Германия, KWS SAAT). Материалы исследований – раствор гербицида (0,05 г/л), почвогрунт («Торфогрунт универсальный. Фаско»), семена кукурузы.

Фитотестирование проводилось в лабораторных условиях в чашках Петри на почвенных образцах по методикам И. В. Федорович (2017) и Е. В. Одиноквой (2013). В чашки помещали по 30 г почвы, которая равномерно увлажнялась и при помощи распылителя обрабатывалась раствором гербицида или водой (контроль). Обработанную почву накрывали фильтровальной бумагой, после чего размещали на нее по 10 семян культуры. Повторность опытов – трехкратная. Семена проращивали в термостате при температуре  $23 \pm 0,2$  °С.

Критерии оценки биологической активности – лабораторная всхожесть семян, длина главного зародышевого корешка, количество корешков в семени, длина стебелька (на 8-е и 9-е сутки). Статистическая обработка результатов проводилась в программе Microsoft Office Excel.

**Результаты исследования.** Присутствие в почве гербицида привело к достоверно значимому снижению лабораторной всхожести: разница с контролем составляла 10,00 %. Фитотоксичность по данному показателю составила 12,00 %, что соответствовало низкой степени токсичности.

Также была проведена оценка влияния гербицида на длину зародышевых корешков. Результаты представлены на рисунке.

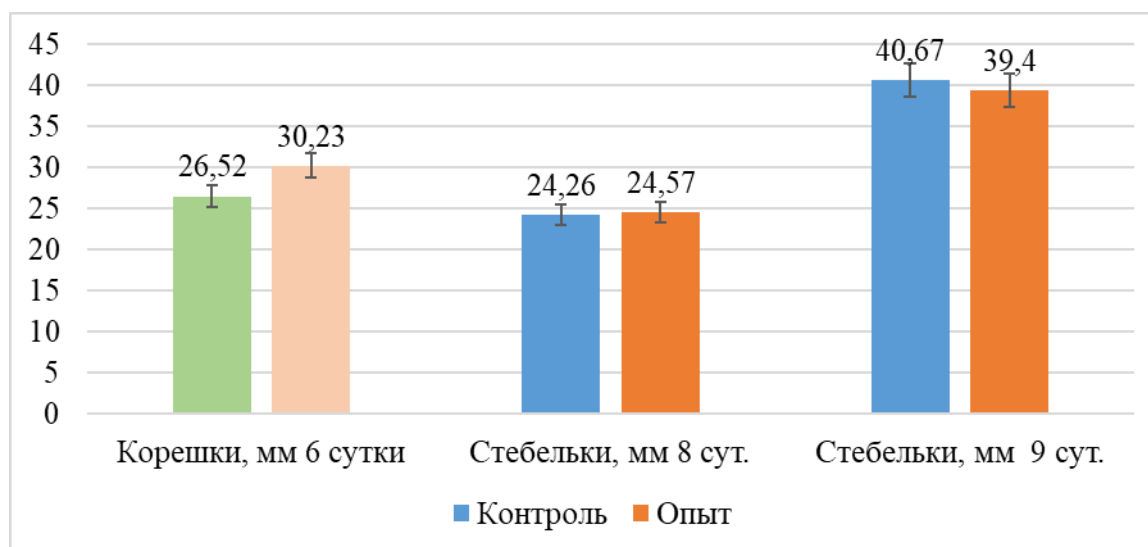


Рисунок – Влияние гербицида «Лазурит» на длину зародышевых корешков и стебельков кукурузы сорта КВС Кавалер

Как видно из рисунка, на почве с гербицидом наблюдалась положительная тенденция к удлинению корешков по отношению к контролю ( $30,23 \pm 1,66$  мм и  $26,52 \pm 1,56$  мм соответственно), однако величина коэффициента Стьюдента ( $t = 1,62$ ) характеризовала эту разницу как недостоверную. Следовательно, фитотоксичность по длине корешков и их количеству имела отрицательное значение, а именно  $-13,99$  %.

Измерение длины проростков производилось дважды – на 8-е и 9-е сутки. Анализ результатов показал, что длина стебельков и динамика их роста были аналогичными как в контроле, так и в опыте с гербицидом. На 8-е сутки длина соответственно составила  $24,26 \pm 1,40$  мм и  $24,57 \pm 1,51$  мм, а на 9-е сутки –  $40,67 \pm 2,00$  мм и  $39,40 \pm 2,30$  мм. Это указывало на отсутствие фитотоксичности почвы с «Лазуритом» ( $-1,19$  % на 8-е сутки и  $3,12$  % – на 9-е сутки) по отношению к росту и развитию стебельков.

**Заключение.** Таким образом, проведенный лабораторный эксперимент, суть которого состояла в оценке фитотоксичности наиболее распространенного в сельскохозяйственном производстве гербицида «Лазурит», используемого как средство для борьбы с сорняками в кукурузе, по отношению к новому гибриднему сорту немецкой селекции КВС Кавалер, показал, что почва с содержанием гербицида оказала небольшое негативное воздействие на всхожесть семян. При этом наличие «Лазурита» не влияло на динамику роста проростков и зародышевых корешков. Установленные факты свидетельствуют об устойчивости гибридного сорта КВС Кавалер к обработке метрибузином – основным компонентом гербицида «Лазурит».

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Куликова, Н. А. Гербициды и экологические аспекты их применения : учеб. пособие / Н. А. Куликова, Г. Ф. Лебедева. – М. : ЛИБРОКОМ, 2010. – 152 с.

2. Лукьянчик, И. Д. Влияние препарата «Ростмомент» в качестве мелиоранта на прорастание семян овса после обработки почвы гербицидом «Боксер-КЭ» / И. Д. Лукьянчик, Э. А. Чайчиц // Менделеевские чтения – 2024 : сб. тез. докл. Респ. науч.-практ. конф. по химии и хим. образованию, Брест, 22 февр. 2024 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: Е. Г. Артемук (отв. ред.), Н. С. Ступень. – Брест : БрГУ, 2024. – С. 128–131.

3. Костюк, А. В. Эффективность применения гербицидов на кукурузе / А. В. Костюк, Н. Г. Лукачева // Земледелие. – 2015. – № 4. – С. 30–32.

[К содержанию](#)

**Е. В. ЧИПУРНЫХ**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – И. Д. Лукьянчик, канд. с.-х. наук, доцент

**ФИТОТОКСИЧНОСТЬ ПОЧВЫ С ГАЛИТОМ  
ПО КРИТЕРИЮ «ДЛИНА ПРОРОСТКОВ» *AVENA SATIVA* L.  
И ЕЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
КАРБОНАТА КАЛЬЦИЯ**

**Актуальность.** Галит – каменная соль, минерал подкласса хлоридов, кристаллическая форма хлорида натрия. Галит широко применяется в промышленных целях. Его широкая популярность обусловлена наличием высокой концентрации хлорида натрия в составе. Использование галита особо актуально в гололед, так как принцип действия состава прост: соль растапливает снег и понижает температуру замерзания воды. При этом коммунальные хозяйства используют в качестве основного средства противодействия гололедице смесь галита с песком (смешанных в различных пропорциях), так называемую пескосмесь, так как песок, благодаря своим абразивным свойствам, обеспечивает сцепление со скользкой дорогой автомобильным шинам и обуви, а галит химически плавит лед.

Галит по химическим свойствам не является токсичным, так как это единственный минерал, который пригоден для употребления в пищу человеком. Однако использование галита в промышленных целях может привести к «засоленности» в окружающей среде [1]. Засоление почв является мощным почвенно-экологическим фактором, снижающим урожайность всех видов сельскохозяйственных культур. Засоление одновременно оказывает также негативное влияние на сложное геологическое и биологическое круговоротное движение веществ, происходящее в почвенно-атмосферно-литосферной системе [2]. Таким образом, поиск способов нейтрализации фитотоксичности галита, в том числе с помощью использования видов химических мелиорантов, является актуальным [3].

**Цель** – оценить эффективность использования карбоната кальция для снижения фитотоксичности почвы после внесения в нее галита в лабораторном эксперименте в отношении формирования проростков семян овса посевного *Avena sativa* L. сорта Лидия.

**Материалы и методы.** Исследования проводились на базе кафедры биологических и химических технологий Брестского государственного университета имени А. С. Пушкина.

Объекты исследования – карбонат кальция, вносимый в почву, и почва, содержащая пескосмесь (NaCl + песок). Тест-объект – овес посев-

ной (*Avena sativa* L.) сорта Лидия. Предмет исследования – мелиоративные свойства карбоната кальция в отношении засоленности почвы.

Материал исследования – почвогрунт «Богатый урожай. Гаспадар», пескосмесь (3 части NaCl + 7 частей песка; 125,71 г/м<sup>2</sup>), используемая для посыпки дорог в г. Бресте (РУП автомобильных дорог «Бреставтодор»), карбонат кальция в виде мела, семена в количестве 90 штук (30 штук в трех повторностях) в каждом варианте опыта. Фитотестирование проводили в чашках Петри (площадь – 0,007 м<sup>2</sup>), куда помещали по 20 г почвогрунта.

В зависимости от внесенных компонентов опытные образцы почвы были представлены следующими вариантами (в расчете на одну чашку Петри): 1) контроль (без добавок); 2) карбонат кальция (мел в виде порошка; 0,04 г); 3) пескосмесь (0,88 г); 4) комбинация CaCO<sub>3</sub> + пескосмесь.

Опытные образцы почвы равномерно увлажнялись, накрывались фильтровальной бумагой, на которую размещалось 30 семян овса. Повторность опытов трехкратная. Семена проращивали в термостате при температуре 23 ± 0,2° С. Критерии оценки биологической активности – лабораторная всхожесть семян (согласно СТБ 1073-97), длина зародышевых стебельков, фитотоксичность как процент отношения разности «контроль – опыт» к контролю. Статистическая обработка результатов проводилась в программе Microsoft Office Excel.

**Результаты исследования.** Ранее проведенные исследования протекторной активности карбоната кальция в отношении роста зародышевых корешков овса посевного *Avena sativa* L. сорта Лидия на почвообразцах с галитом позволили выявить небольшую его эффективность для снижения фитотоксичности данной почвы в отношении развития корней. Следующим этапом явилась оценка солепротекторной активности карбоната кальция в отношении развития проростков. Результаты исследований представлены в таблице.

Таблица – Влияние внесения в почву пескосмеси, карбоната кальция и их комбинации на параметры прорастания в лабораторных условиях семян овса полевого сорта Лидия

Критерии оценки		Контроль	Пескосмесь	CaCO <sub>3</sub>	CaCO <sub>3</sub> + пескосмесь
Всхожесть	Хср. ± m, %	79,66 ± 4,91	14,00 ± 4,16*	66,33 ± 26,72	3,33 ± 3,33*
	Фитотоксичность, %	0	82,42	16,73	95,82
Длина стебельков	Хср. ± m, мм	23,58 ± 5,21	11,47 ± 11,23*	21,72 ± 4,41	9,00 ± 2,52*
	Фитотоксичность, %	0	51,35	7,89	61,83

Примечание – \* – достоверно при уровне значимости p < 0,05.

Как видно из таблицы, присутствие в почве пескосмеси значительно ингибировало как лабораторную всхожесть овса, так и развитие стебельков у прорастающих семян, что выражалось в низких величинах всхожести ( $14,00 \pm 4,16^* \%$  по сравнению с контролем  $79,66 \pm 4,9$ ) и длины ( $14,00 \pm 4,16$  мм по сравнению с контролем  $23,58 \pm 5,21$  мм) проростков. Угнетение всхожести и длины стебельков являлось проявлением высокой степени фитотоксичности почвы с галитом (82,42 и 51,35 % соответственно).

Анализ морфобиологических параметров прорастающих семян на почве с добавлением карбоната кальция показал (таблица), что данная добавка не обладала фитотоксичностью, при этом снижение параметров имело характер тенденции.

Однако результаты опытов, в которых карбонат кальция использовали в качестве мелиоранта на почве с галитом, указывали на отрицательное влияние данной добавки в качестве солепротектора. Так, семена в этом опыте практически не проросли (3,33 %), а появившиеся на 7-е сутки у проросших семян стебельки значительно отставали в размерах по сравнению с контролем ( $9,00 \pm 2,52$  и  $23,58 \pm 5,21$  мм соответственно). Фитотоксичность почвообразца  $\text{CaCO}_3$  + пескосмесь по длине проростков достигла 61,83 %, а по всхожести являлась максимально высокой – 95,82 %.

**Заключение.** Таким образом, проведенные лабораторные исследования свидетельствовали о высокой фитотоксичности почвенных образцов с содержанием галита в отношении прорастающих семян овса посевного *Avena sativa* L. сорта Лидия, что проявлялось в значительном ингибировании всхожести семян и длины проростков на данной почве. Использование карбоната кальция для снижения фитотоксичности почвы после внесения в нее пескосмеси оказалось неэффективным, так как способствовало тенденции к усилению негативного воздействия галита.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сатторова, М. М. Влияние засоления почв на экологическое состояние орошаемых земель и физиологические процессы, протекающие в растениях / М. М. Сатторова, Ф. А. Ганиева // Вестник науки и образования. – 2020. – № 21–2 (99). – С. 127–129.

2. Багдасарян, А. С. Эффективность использования тест-систем при оценке токсичности природных сред / А. С. Багдасарян // Экология и промышленность России. – 2007. – № 8. – С. 44–48.

3. Кириенко, Н. Н. Использование методов биотестирования при анализе загрязненности снегового покрова г. Красноярска / Н. Н. Кириенко, А. С. Черепанова // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2012. – № 5. – С. 244–247.

[К содержанию](#)

**Е. В. ЧИПУРНЫХ, А. Э. МИЩУК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

## **ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВЫ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ *LEPIDIUM SATIVUM* L.**

**Актуальность.** Основным источником засоления почв в городе является применение антигололедных реагентов, наиболее распространенным из которых является пескосоль на основе хлористого натрия. Галит по химическим свойствам не является токсичным и пригоден для употребления в пищу человеком. Засоление почв является мощным почвенно-экологическим фактором, снижающим урожайность всех видов сельскохозяйственных культур [1]. Засоление одновременно оказывает также негативное влияние на сложное геологическое и биологическое круговоротное движение веществ, происходящее в почвенно-атмосферно-литосферной системе [2]. Таким образом, поиск способов нейтрализации фитотоксичности почв в результате засоления с помощью использования химических мелиорантов является актуальным [3].

**Цель** – оценить влияние засоления почвы NaCl на морфометрические показатели кресс-салата.

**Материалы и методы.** Исследования проводились на базе кафедры биологических и химических технологий Брестского государственного университета имени А. С. Пушкина в 2024 г.

В качестве тест-объекта применяли кресс-салат (*Lepidium sativum* L.) сорта Обыкновенный. Дозы соли, вносимые в почву, составили 170 г/м<sup>2</sup> и 240 г/м<sup>2</sup>, 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». Полив почвенных образцов осуществляли отстоянной водопроводной водой.

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. По истечении трех суток определяли энергию

прорастания семян, через пять суток определяли всхожесть. На 5-е сутки у проростков измеряли длину корней и стеблей, взвешивали массу корней и стеблей. После этого определялась средняя длина и масса корней и стеблей проростков, средняя масса 1 мм корня, рассчитывался показатель отношения длины и массы стебля к корню, рассчитывался показатель массы единицы длины корня.

Повторность опытов – трехкратная. Статистическая обработка результатов проводилась с использованием Microsoft Office Excel.

**Результаты исследования.** Внесение в почву соли оказывало токсическое действие и на способность семян кресс-салата к прорастанию. Так, минимальная доза NaCl способствовала снижению доли проросших семян тест-культуры в 3-й день опыта на 8,8 % относительно контроля (рисунок 1). С ростом дозы NaCl ингибирующий эффект усиливался до -16,2 %. На 5-й день эксперимента количество проросших семян тест-культуры в варианте с концентрацией соли 170 г/м<sup>2</sup> не изменилось, но поскольку в контрольном варианте этот показатель вырос с 90,67 до 92,0 %, то относительно контроля этот показатель в варианте К<sub>170</sub> уменьшился. Увеличение концентрации соли в почве приводило к отмиранию уже проросших семян к 5-му дню опыта (доля проросших семян снижалась с 76,0 до 74,67 %), в связи с чем показатель всхожести относительно контроля снижался до 18,8 % (рисунок 1).

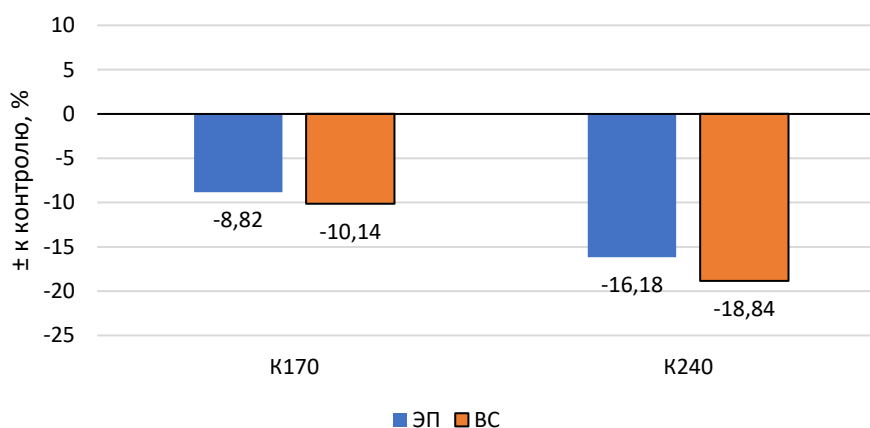


Рисунок 1 – Изменение посевных качеств семян кресс-салата в условиях засоления

В условиях засоления различной интенсивности отмечено проявление токсического эффекта NaCl, которое выражалось в усиленном нарастании корня в длину. При этом стимулирующее действие NaCl с ростом концентрации ослабевало, тем не менее средняя длина корня даже в условиях более высокой концентрации была на 24,6 % выше таковой в незагрязненном контроле. Засоление почвенных образцов оказывало стимулирующий эффект

и в отношении показателя длины стебля. Однако более высокие концентрации соли в почве оказывали лишь незначительное влияние на прирост стебля кресс-салата в длину (49,55 мм и 48,92 мм соответственно для в ариантов с концентраций соли 170 г/м<sup>2</sup> и 240 г/м<sup>2</sup>) (рисунок 2, а).

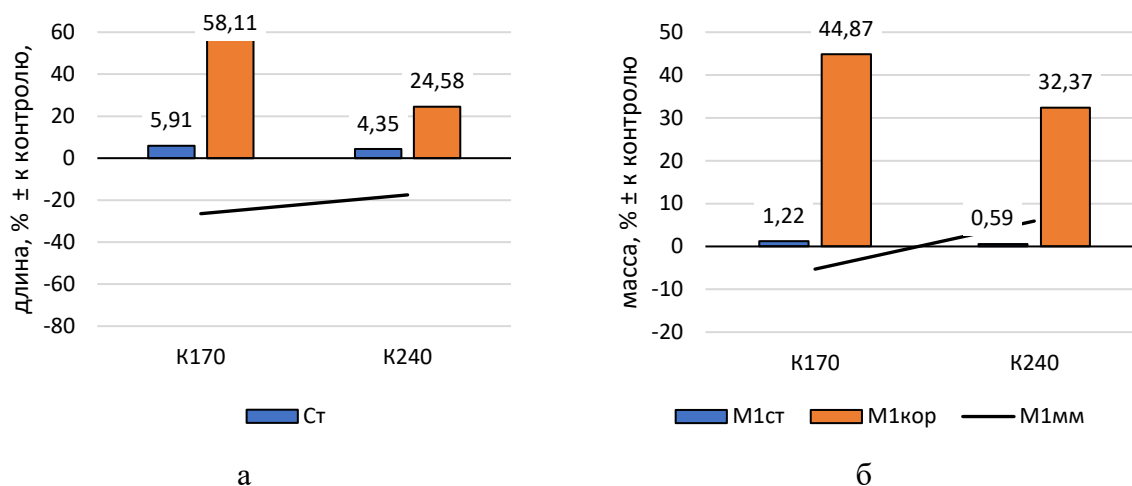


Рисунок 2 – Изменение морфометрических (а) и биомассовых (б) показателей кресс-салата в условиях засоления

Негативное влияние засоления находило отражение и в отношении биомассовых показателей проростков кресс-салата. При этом если с усилением засоления средняя масса стеблей снижалась относительно контроля с –13,96 до –17,8 %, то в отношении массы корней, наоборот, фиксировалось увеличение. Также отмечается и увеличение показателя массы 1 мм корня. Так, если при концентрации соли 170 г/м<sup>2</sup> этот показатель составлял 0,071 мг/мм корня, то с ростом концентрации соли этот показатель возрастал на 11,8 %, что превышало значение в контроле на 5,9 % (рисунок 2, б).

**Закключение.** Прорастание семян кресс-салата в условиях засоления оказало негативное влияние на массу, посевные качества и морфометрические показатели корешков и стебельков.

*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. Сатторова, М. М. Влияние засоления почв на экологическое состояние орошаемых земель и физиологические процессы, протекающие в растениях / М. М. Сатторова, Ф. А. Ганиева // Вестник науки и образования. – 2020. – № 21–2 (99). – С. 127–129.



2. Багдасарян, А. С. Эффективность использования тест-систем при оценке токсичности природных сред / А. С. Багдасарян // Экология и промышленность России. – 2007. – № 8. – С. 44–48.

3. Кириенко, Н. Н. Использование методов биотестирования при анализе загрязненности снегового покрова г. Красноярска / Н. Н. Кириенко, А. С. Черепанова // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2012. – № 5. – С. 244–247.

### [К содержанию](#)

УДК 582.61

**Д. О. ШКУРАТОВА**

Брест, СОШ № 26

Научный руководитель – Г. Н. Веренич, учитель

## **ВИДОВОЕ МНОГООБРАЗИЕ РАСТЕНИЙ ПАРАЗИТОВ И ПОЛУПАРАЗИТОВ В РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВАХ Г. БРЕСТА И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ**

**Актуальность.** Паразитизм у растений – явление вторичное и формировался как способ адаптации растений к снижению количества осадков и, следовательно, обеспечения растения водой и минеральными веществами за счет хозяина, имеющего более мощную корневую систему. Предками растений-паразитов были свободноживущие автотрофы, которые, вероятно, имели несовершенную корневую систему [1]. Как отмечает О. А. Киселева, постепенная перестройка трофических связей у растений-паразитов сопровождалась ослаблением ассимиляции, изменением морфологического облика растения и физиологии, в результате чего растения частично или полностью переходят к гетеротрофному питанию [2]. А. В. Жук разделяет возможность выделения групп фитопаразитов и микопаразитов [1]. А. А. Паутов различает среди фитопаразитов корневых и стеблевых паразитов [3].

**Цель исследования** – установить видовой состав растений паразитов и полупаразитов в фитоценозах г. Бреста и его окрестностях.

**Материалы и методы.** Полевые исследования проводились в течение вегетационного сезона 2024 г. маршрутным методом. Обследована территория Тельмовского леса, парка Воинов-интернационалистов, окрестностей мемориального комплекса «Брестская крепость-герой», луговые сообщества в пойме р. Лесной и грабовая дубрава в окрестностях д. Скоки Брестского района.

Названия видов и семейств приводятся по «Определителю высших растений Беларуси» (1999) [4].

**Результаты исследования.** На опушках сосняков на песчаных почвах в окрестностях парка Воинов-интернационалистов был зарегистрирован вид очанка прямая (*Euphrasia stricta* D. Wolff ex J. F. Lehm., *Scrophulariaceae*). Обычно этот вид паразитирует на злаках и осоках.

Однолетник марьянник луговой (*Melampyrum pratense* L., *Scrophulariaceae*) и многолетний бесхлорофильный сапрофит подбельник обыкновенный (*Hypopitys monotropa* Crantz, *Monotropaceae*) были обнаружены на сухих опушках сосняков Тельмовского леса (рисунок 1). Подбельник обыкновенный паразитирует на грибах, образующих эктомикоризу с хвойными, реже лиственными породами. Гифы грибов проникают как в его корни, так и в корни соседних деревьев сосны обыкновенной. Через эти гифы сапрофит получает питательные вещества, которые вырабатывают и грибы, и деревья [5].

Однолетник погребок малый (*Rhinanthus minor* L., *Scrophulariaceae*) выявлен в луговых сообществах в пойме р. Мухавец в окрестностях мемориального комплекса «Брестская крепость-герой» и в луговых сообществах в пойме р. Лесной в окрестностях д. Скоки Брестского района. Этот полупаразит предпочитает сырые луга, где паразитирует на корнях окружающих трав.

Однолетний вид марьянник дубравный (*Melampyrum nemorosum* L., *Scrophulariaceae*) многочисленен в светлых и полузатененных местах на гумусных почвах по опушкам грабовой дубравы в окрестностях д. Скоки Брестского района (рисунок 2). Там же произрастает многолетний сапрофит петров крест чешуйчатый (*Lathraea squamaria* L., *Scrophulariaceae*), который паразитирует на корнях деревьев и кустарников. Обнаружить его возможно только в апреле-мае, во время сокодвижения у растения-«хозяина», когда паразит образует надземные побеги и осуществляет цветение.

Многолетний вечнозеленый вид омела белая (*Viscum album* L., *Loranthaceae*) распространен на лиственных породах на опушках Тельмовского леса и в парке Воинов-интернационалистов. Вид поражает побеги осины, тополя черного, кленов, березы бородавчатой, робинии псевдоакации, рябины обыкновенной. Поражение деревьев снижает их долговечность, вызывает суховершинность деревьев [6].

**Заключение.** Таким образом, в обследованных фитоценозах г. Бреста и его окрестностей зарегистрированы 7 видов растений-паразитов, из которых 6 видов являются фитопаразитами и 1 вид – микопаразитом (*Hypopitys monotropa*). Среди фитопаразитов более многочисленны корневые паразиты (4 вида) и только омела белая является стеблевым паразитом. Сапрофитные виды *Hypopitys monotropa* и *Lathraea squamaria*

являются истинными паразитами, тогда как остальные пять выявленных видов сохранили хлорофилл и относятся к полупаразитам.



Рисунок 1 – *Hypopitys monotropa*      Рисунок 2 – *Melampyrum nemorosum*

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жук, А. В. Происхождение паразитизма у цветковых растений / А. В. Жук // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 3. – 2001. – Вып. 1 (№ 3). – С. 24–37.
2. Киселёва, О. А. Эколого-анатомические адаптации вегетативной сферы однолетних полупаразитических норичниковых (Scrophulariaceae Juss.) к паразитическому существованию / О. А. Киселёва [и др.] // Плодоводство и ягодоводство России. – 2010. – Т. 23. – С. 288–301.
3. Паутов, А. А. Морфология и анатомия вегетативных органов растений / А. А. Паутов ; С.-Петерб. гос. ун-т. – СПб. : СПбГУ, 2012. – 334 с.
4. Определитель высших растений Беларуси / под ред. В. И. Парфёнова. – Минск : Дизайн Про, 1999. – 471 с.
5. Подъельник обыкновенный – растение без хлорофилла. – URL: <https://www.m-sokolov.ru/2014/07/30/monotropa/> (дата обращения: 30.10.2024).
6. Храмченкова, О. М. Ботанические экскурсии: весенний лес : практ. рук. / О. М. Храмченкова, Н. М. Дайнеко, Ю. М. Бачура ; Гомел. гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Чернигов : Десна Полиграф, 2017. – 48 с.

[К содержанию](#)

**Л. И. ЯДЛОВСКАЯ**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – И. Д. Лукьянчик, канд. с.-х. наук, доцент

## **ГЕРБИЦИДОУСТОЙЧИВОСТЬ ПРОРАСТАЮЩИХ СЕМЯН КУКУРУЗЫ СОРТА КВС ДЖАЙПУР И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЕЕ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРЕПАРАТОМ «РОСТМОМЕНТ»**

**Актуальность.** Гербициды используются для контроля и уничтожения сорняков. Токсичность гербицидов в отношении растений зависит от их механизма действия, концентрации и условий применения. Гербициды могут воздействовать на различные биохимические и физиологические процессы в растениях, что приводит к их повреждению или гибели.

Использование регуляторов роста растений для снижения фитотоксичности гербицидов способствует улучшению условий для роста и развития культурных растений, что в конечном итоге может повысить урожайность. Применение химических мелиорантов может снизить затраты на дополнительные меры по защите растений от фитотоксичности гербицидов, такие как повторные обработки или использование других дорогостоящих агрохимикатов.

Научные исследования и практический опыт показывают, что использование гуминовых кислот и других биологически активных веществ, содержащихся в натуральном препарате «Ростмомент», может способствовать снижению фитотоксичности гербицидов и улучшению состояния почвы [1], что делает исследование актуальным.

**Цель** – оценить уровень фитотоксичности гербицида «Лазурит» и эффективность использования препарата «Ростмомент» в качестве почвенного мелиоранта для прорастающих семян кукурузы сорта КВС Джайпур.

**Материалы и методы.** Объекты исследования – регулятор роста растений «Ростмомент» (производитель – ОАО «Дрожжевой комбинат», Беларусь; действующее вещество – дрожжи р. *Saccharomyces* и продукты их метаболизма), а также до- и послевсходовый системный гербицид «Лазурит (порошок, содержащий 700 г/кг метрибузина). Тест-объект – кукуруза *Zea mays* L. сорта КВС Джайпур. Материалы исследований – растворы препарата «Ростмомент» (0,5 г/л) и гербицида (5 мл/л), почвогрунт («Торфогрунт универсальный. Фаско»), семена. Фитотестирование проводили в чашках Петри, куда помещали по 60 г почвы, обрабатывали растворами (контроль – вода) и размещали семена. Повторность трехкратная. Семена проращивали в термостате при температуре  $23 \pm 0,2$  °С.

Критерии оценки биологической активности – лабораторная всхожесть семян (согласно СТБ 1073-97), длина зародышевых корешков и их сухая масса, фитотоксичность ( $100 \% \times (\text{контроль-опыт}) / \text{контроль}$ ). Статистическая обработка результатов проводилась в программе Microsoft Office Excel.

**Результаты исследования.** Гербицид «Лазурит» абсорбируется преимущественно корнями сорняков и, согласно инструкции, может быть использован для борьбы с сорняками в посевах кукурузы. Анализ научных статей показал, что существует генетически обусловленная устойчивость гибридных сортов ряда культур к воздействию применяемого гербицида [2; 3]. В связи с этим нами была предпринята попытка оценить гербицидоустойчивость семян кукурузы высокоурожайного гибридного сорта КВС Джайпур на фоне обработки почвы раствором «Лазурита».

Таблица – Влияние растворов регулятора роста «Ростмомент», гербицида «Лазурит» и их комбинации на всхожесть семян, рост и массу зародышевых корешков кукурузы сорта КВС Джайпур

Критерии оценки	Варианты опыта				
	Контроль	Гербицид (опыт 1)	«Ростмомент» (опыт 2)	Гербицид + «Ростмомент» (опыт 3)	
Всхожесть, Хср. ± m, %	86,67 ± 6,67	86,67 ± 7,70	86,67 ± 3,85	84,44 ± 2,22	
Количество корешков в семени, X ср. ± m	3,97 ± 0,80	4,50 ± 0,76	3,84 ± 0,67	4,47 ± 0,76	
Длина зародышевых корешков	Хср. ± m, мм	45,54 ± 5,53	40,36 ± 5,24**	40,26 ± 4,82**	45,11 ± 5,28
	Фитотоксичность, %	0,00	11,37	11,60	0,95
Сухая масса 100 зародышевых корешков	X ср. ± m, мг	767,8 ± 122,5	567,9 ± 43,6*	576,0 ± 15,5*	673,1 ± 57,0*
	Фитотоксичность, %	0,00	35,94	21,45	21,45

Примечание – \* – достоверно при уровне значимости  $p < 0,05$ ; \*\* – достоверно при уровне значимости  $p < 0,01$ .

В таблице приведены результаты опытов, для которых была поставлена задача оценки возможной фитотоксичности гербицида в отношении данного сорта кукурузы. Как показал анализ результатов, присутствие в почве «Лазурита» не оказало влияния на всхожесть семян, также способствовало незначительному увеличению среднего количества придаточных корней по отношению к контролю. Однако процесс формирования и роста зародышевых корешков на фоне гербицида оказался менее продуктивным. Так, средняя длина главных корешков в опыте 1 была достоверно ниже, чем в контроле, однако, согласно шкале, уровень фитотоксичности оставался низким (11,6 %). Сопоставление данных по массе 100 корешков

показало, что по отношению к данному критерию корешки из опыта 1 (на фоне гербицида) оказались более тонкими и весили достоверно ниже – на 64,06 % в сравнении с контрольными. Этот показатель соответствовал средней степени токсичности почвы (35,94 %). Таким образом, можно констатировать факт средней гербицидоустойчивости кукурузы сорта КВС Джайпур к воздействию метрибузина, который составляет основу препарата «Лазурит».

Следующим этапом исследований являлся поиск эффективных химических мелиорантов среди регуляторов роста растений. Препарат «Ростмомент», как содержащий наиболее эффективный для микробиоты почвы состав, представлял интерес в качестве мелиоранта.

Как видно из данных таблицы, обработка почвы «Ростмоментом» (опыт 2) не изменила по сравнению с контролем показатели всхожести семян и количества корней в мочковатой системе. При этом длина корешков незначительно отставала в росте и массе от контрольных, что указывало на отсутствие положительного эффекта от обработки почвы «Ростмоментом» для прорастающих корешков. Однако в комбинации с предварительной обработкой гербицидом фитотоксичность почвы в опыте 3 улучшилась по сравнению с опытом 1, но не достигла уровня контроля. Возможно, для благоприятного эффекта в развитии микробиоты почвы необходим более длительный период после обработки, а также большие объемы почвообразцов.

**Заключение.** Таким образом, проведенные лабораторные исследования показали относительно хорошую устойчивость к воздействию *метрибузина* в составе гербицида «Лазурит» высокоурожайного гибридного сорта кукурузы КВС Джайпур, который активно продвигается на сельскохозяйственном рынке Беларуси, при этом имела место чувствительность развивающейся корневой системы при прорастании семян (фитотоксичность по сухой массе составила 35,94 % и характеризовалась как средняя степень). Использование препарата «Ростмомент» снижало фитотоксичность почвы с гербицидом, однако не приводило к полному снятию негативного влияния на развитие корневой системы при прорастании семян.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дворянкин, Е. А. Стимуляторы роста и гербициды на сахарной свекле / Е. А. Дворянкин // Сахарная свекла. – 2003. – № 7. – С. 21–23.
2. Мордерер, Е. Ю. Избирательная фитотоксичность гербицидов / Е. Ю. Мордерер. – Киев : Лотос, 2001. – 240 с.
3. Демури́н, Я. Н. Шкала фитотоксичности ALS-ингибирующих гербицидов у подсолнечника / Я. Н. Демури́н, А. С. Тронин, Н. А. Пикалова // Масличные культуры. – 2013. – № 2. – С. 155–156.

[К содержанию](#)

**ЯНЬ ЛИ**

Минск, БГУ

Научный руководитель – В. О. Лемешевский, канд. с.-х. наук, доцент;

С. Л. Максимова, канд. биол. наук, доцент

## **АНАЛИЗ ХОДА ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ В КОМПСТИРОВАНИИ ОТХОДОВ ЖИВОТНОВОДСТВА**

**Актуальность.** Согласно статистике соответствующих органов, крупное животноводство в Республике Беларусь развивается равномерными темпами. Например, в рамках Указа Президента Республики Беларусь в 2023–2024 гг. будут реализованы 60 проектов по строительству и реконструкции молочнотоварных ферм и комплексов [1, с. 75]. Отходы животноводства и птицеводства содержат большое количество паразитов, бактерий и других факторов, вредных для здоровья человека. Если их не утилизировать разумно, то, накапливаясь на открытом воздухе, они нанесут очень серьезный вред почве, атмосфере, воде.

Земляные черви – это обитающие в почве, критически важные для экосистемы аннелиды, которые улучшают структуру почвы, разрыхляя ее за счет своего движения в почве, повышают содержание кислорода в почве и увеличивают содержание воды в глубоких слоях почвы, а также улучшают условия жизни микроорганизмов в почве. Вермикомпостирование, также известное как биостабилизация с помощью дождевых червей, – это высокоэффективный и экологически безопасный процесс биodeградации органических твердых отходов, использующий особые экологические функции дождевых червей и их синергетический эффект с микроорганизмами в окружающей среде [2, с. 1053]. Продукт вермикомпостирования обычно называют вермикомпостом, который представляет собой некий черный, тонко измельченный, более однородный материал благодаря особой структуре частиц и способности сохранять влажность и плодородие почвы, поэтому он более стабилен по сравнению с традиционным компостом. Вермикомпост также содержит различные микроорганизмы, которые способны разлагать вещества в почве, трудно преобразуемые в вещества, легко усваиваемые растениями, а также синтезировать вещества с биологической активностью. Вот некоторые из причин, по которым вермикомпост может стать отличным органическим удобрением. В настоящее время земляные черви широко используются для компостирования различных твердых отходов.

**Цель** – обобщение исследований по применению технологии вермикомпостирования навоза домашнего скота и птицы с целью создания определенной справочной базы для последующего практического применения вермикомпостирования.

**Материалы и методы.** В данной статье в форме обзора литературы представлен систематический обзор научных достижений в области использования дождевых червей для компостирования различных твердых отходов на основе исследований различных ученых. В данной работе поиск литературы осуществлялся через CNKI и Google Scholar. Автор проводил систематический поиск по ключевым словам «вермикомпостирование», «технология вермикомпостирования», «животный навоз» и в соответствии с направлением исследования в данной работе в качестве исследовательской базы были выбраны шесть документов.

**Результаты исследования.** Переработка навоза домашнего скота и помета птицы осуществляется в основном через органы пищеварительной системы с помощью различных ферментов и микроорганизмов, а также в кишечной полости дождевого червя путем механического выдавливания и измельчения. Для ускорения разложения навоза домашнего скота и помета птицы используются дождевые черви с целью изменения физико-химических свойств навоза домашнего скота и помета птицы [3, с. 50]. Учитывая положительную роль дождевых червей в стабилизации тяжелых металлов в осадке, их влияние на тяжелые металлы в навозе домашнего скота и птицы также широко изучается учеными в стране и за рубежом. Lv и др. использовали дождевых червей для обработки навоза крупного рогатого скота и свиного навоза, и результаты показали, что содержание тяжелых металлов в навозе после обработки дождевыми червями увеличилось, но эффективное состояние тяжелых металлов было значительно снижено, поскольку дождевые черви замедлили миграцию тяжелых металлов в навозе, поэтому дождевые черви оказывают положительное влияние на стабилизацию тяжелых металлов и, таким образом, играют положительную роль в стабилизации тяжелых металлов [4, с. 398]. Чжан и др. обнаружили, что добавление обработки дождевыми червями уменьшило микробную популяцию фекалий, но увеличило активную микробную популяцию, что привело к значительному снижению количества вредных бактерий и увеличению активности полезных бактерий [5, с. 2055]. Цуй Шулин и др. также отметили, что обработка навоза домашнего скота и птицы вермикомпостированием позволяет уничтожить большинство бактерий в навозе домашнего скота и птицы, а вермикомпост, образуемый дождевыми червями, содержит большое количество микроэлементов и активных веществ, которые могут обеспечить питательными веществами большинство растений [6, с. 64].



**Заключение.** Вермикомпостирование – это технология компостирования, использующая уникальные экологические функции дождевых червей и их взаимодействие с микроорганизмами для дальнейшего разложения и созревания твердых отходов и превращения их в пригодные для использования компостные продукты. Очевидно, что вермикомпостирование навоза является перспективным решением проблем, связанных с большим объемом и разнообразием производимого в Республике Беларусь навоза, и новым способом удовлетворения современных требований к переработке навоза.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лопатина, Е. А. Экспортный потенциал животноводства Республики Беларусь / Е. А. Лопатина // Шаг в науку : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. учащихся, студентов и магистрантов, Витебск, 10 нояб. 2023 г. / Витеб. гос. акад. ветеринар. медицины. – Витебск : ВГАВМ, 2023. – С. 74–77.
2. A review on vermicomposting of organic wastes / U. Ali, N. Sajid, A. Khalid [et al.] // *Environmental Progress & Sustainable Energy*. – 2015. – Vol. 34, № 4. – P. 1050–1062.
3. Прогресс исследований в области использования навоза домашнего скота и птицы на основе сбраживания дождевыми червями / Гань Яньян, Чжан Е, Ван Цзинь [et al.] // *Сельскохозяйственная наука Цзянсу*. – 2019. – Vol. 47, № 10. – P. 47–51.
4. Lv, Baoyi. Speciation and transformation of heavy metals during vermicomposting of animal manure / Baoyi Lv, Meiyang Xing, Jian Yang // *Bioresource Technology*. – 2016. – Vol. 209. – P. 397–401.
5. Changes in microbial biomass C, N, and P and enzyme activities in soil incubated with the earthworms *Metaphire guillelmi* or *Eisenia fetida* / Baoqi Zhang Gui-Tong Li, Tian Shen [et al.] // *Soil biology & biochemistry*. – 2000. – Vol. 32, № 14. – P. 2055–2062.
6. Шулин, Ц. Анализ использования ресурсов навоза домашнего скота и птицы путем сбраживания дождевыми червями / Ц. Шулин, Гаогубин, Л. Дэчэн // *Сельскохозяйственное развитие и оборудование*. – 2019. – Vol. 12. – P. 64–65.

[К содержанию](#)